



TITLE:

動物学習における刺激の高次機能 の実験的研究(Dissertation_全文)

AUTHOR(S):

太田, 明

CITATION:

太田, 明. 動物学習における刺激の高次機能の実験的研究. 京都大学,
1999, 博士(文学)

ISSUE DATE:

1999-03-23

URL:

<https://doi.org/10.11501/3149628>

RIGHT:

新 制

文

319

動物学習における
刺激の高次機能の
実験的研究

太 田 明

動物学習における 刺激の高次機能の 実験的研究

太田 明

全体の構成

生体は環境においてさまざまな経験をする。そして、比較的永続する行動変容が生じたとき、学習が生じたとされる。学習の研究は、経験効果の科学的解明という点で意義深い。人間や動物を対象として多くの研究がなされて来ているが、その中の一つとして、比較的単純な生体を対象として、研究をすすめる、学習の基本原理の解明をめざすアプローチがある。このような言葉を持たない動物における学習研究は、経験効果を含めて実験条件の統制が厳密に実施できるので、盛んに行われて来ている。この研究における有力な説の一つとして、二過程説がある。

二過程説では、学習の訓練過程は条件づけを基本操作とし、二通りのタイプの条件づけがあるとする。一つは古典的（パヴロフ型）条件づけで、もう一つはオペラント（道具的）条件づけである（次頁図1参照）。そして、それぞれの条件づけは固有の学習過程を含むとする。前者では、条件刺激と無条件刺激の関連性が学習され、条件刺激は無条件刺激についての直接の情報をもたらすとされる。後者では刺激—反応—強化の関連性が学習され、刺激は反応—強化の関係についての情報をもたらす弁別刺激の機能を持つとされる。二つの学習過程と二つの刺激機能という比較的単純な仮定で、幅広い事実が説明されることから、この説をめぐって多くの研究がなされてきた。本論文では、この二過程説の主張を批判的にとりあげる。

二過程説をめぐる研究の一つとして、条件づけを行った場合、生体が直面する環境事象すべてが、条件刺激や弁別刺激になりえないという事実ある。これに関して二過程説では、複数の刺激の間で、条件刺激（または弁別刺激）の機能において競合が起こり、一部の刺激のみが条件刺激になると説明する。そして、そのためのモデルも提唱されており、二過程説の優れた説明がなされている研究分野である。しかし、弁別刺激間では機能的競合が起こらないという事実があり、条件刺激と弁別刺激の機能しか仮定しない二過程説では不十分で、条件刺激や弁別刺激の機能とは別に、弁別刺激に弁別の機会を与える高次機能

が示唆されている。この立場を踏まえて、物理的に同じ刺激が、ある事態では弁別刺激であるが、別の事態では弁別刺激とはならないような学習事態において、機能的競合が生じなかった事実から、弁別刺激機能から弁別の機会を与える機能への動的転換と、もとの弁別機能は保たれるという新たな仮説を導出した。本研究の第一の目的は、上記の仮説を実験的に検証し、刺激の高次機能を示すことである。この研究は、第1章において述べられる。

二過程説では、複雑な学習行動は、刺激—反応—強化を基本単位とする行動連鎖として捉える（図2参照）。そして、この連鎖の最後で強化される反応以外のすべての反応は、条件性強化により維持されると考える。したがって、二過程説においては、条件性強化は複雑な学習行動を説明する、重要な概念である。そして、条件性強化の成立条件は、大事な問題である。従来の研究から、条件性強化は、強化について直接の関係を前提として、強化についてのより好ましい結果が必要十分であるとされてきた。これに対して、好ましかろうが好ましくなかろうが、強化についての情報がもたらされることが、条件性強化の成立条件であるとする説がある。しかし、好ましくない結果についての情報は条件

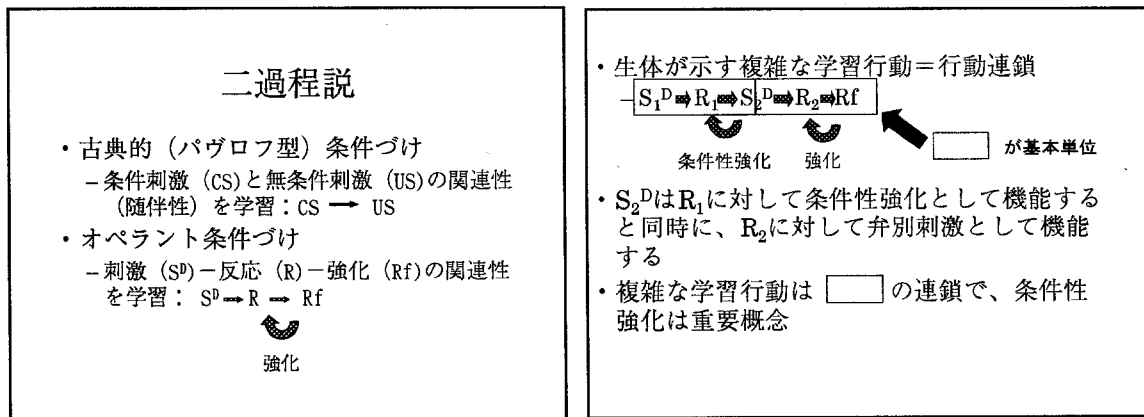


図1. 二過程説の図式的表現。古典的条件づけでは、条件刺激と無条件刺激が対提示され、条件刺激と無条件刺激の関連性が学習されると考える。オペラント条件づけでは、ある刺激が提示されているときに、特定の反応が強化され、刺激—反応—強化の関連が学習されると考える。

図2. 条件性強化の図式的表現。複雑な学習行動は、刺激—反応—強化を単位とする行動の連鎖と考える。この連鎖の最後で強化される反応以外のすべての反応は、条件性強化により維持されると考える。条件性強化は複雑な学習行動を説明する、重要な概念である。

性強化にならないことが、これまでの研究で示されている。したがって、好ましい、あるいは好ましくない結果についての情報はもたらさないが、強化を含む事態についての情報をもたらしうような刺激であれば、情報をもたらしうということから、条件性強化になりうる考えられる。そのような事態として、条件性弁別がある。条件性弁別とは、刺激Aのもとでは刺激Xは強化、刺激Yは非強化であるが、刺激Bのもとでは刺激Xは非強化、刺激Yは強化される事態である。刺激AやBは強化についての情報はもたらさないが、刺激XやYと強化との関連についての情報はもたらす。本研究の第二の目的は、条件性弁別刺激が条件性強化となることを、実験的に示すことである。もし、示されれば、条件性強化において、条件性弁別刺激という高次機能が必要条件となり、強化について直接の関係のみを前提として考えられていた、条件性強化の成立条件を、拡張することになる。この研究は、第2章で述べられる。

弁別刺激機能から弁別の機会を与える弁別の機会設定子という機能への動的転換と、もとの弁別機能の保持についての研究と、条件性弁別刺激による条件性強化の研究のまとめと両研究に共通する問題に関する全体的議論が第3章で述べられる。

これらの研究によって本論文は、言葉を持たない動物の学習について条件刺激機能と弁別刺激機能を仮定する二過程説では不十分であり、高次の刺激機能が動物の学習においても重要であることを示そうとするものである。

目次

1 機能的競合をめぐる問題	1
1-1 隠蔽とは	1
1-2 阻止とは	2
1-3 モデルによる説明	2
1-3-1 Rescorla and Wagner (1972) のモデル	3
1-3-2 Mackintosh (1975) のモデル	3
1-4 条件刺激と弁別刺激での"阻止"のパラダイムの実験	5
1-5 オペラント条件づけにおける隠蔽と促進	7
1-5-1 ディスクリート試行	7
1-5-2 フリー・オペラント	8
1-6 「弁別の機会設定子」の機能の導入	9
1-7 オペラント条件づけにおける阻止と促進	10
1-8 展望のまとめと仮説の提出	14
1-9 <実験 I>	16
1-9-1 方法	17
1-9-2 結果と議論	19
1-10 <実験 II>	22
1-10-1 方法	22
1-10-2 結果と議論	23
1-11 <実験 III>	25
1-11-1 方法	25
1-11-2 結果と議論	27
1-12 一般的議論	28
1-13 その他の実験事実に対する、筆者の仮説の適用	30
2 条件性強化をめぐる問題	34
2-1 研究方法の選択	34
2-1-1 並列連鎖スケジュール	34
2-1-2 観察反応	36
2-2 条件性強化の仮説	37
2-2-1 遅延減少説	37
2-2-2 強化密度説	38

2-2-3 情報仮説	38
2-2-4 三仮説の争点	39
2-3 並列連鎖スケジュールを用いた条件性弁別刺激による条件性強化	41
2-3-1 方法	44
2-3-2 結果	48
2-3-3 議論	51
2-4 観察反応を用いた条件性弁別刺激による条件性強化	56
2-4-1 方法	60
2-4-2 結果	65
2-4-3 議論	71
3 全体的議論	77
3-1 主要な結果のまとめ	77
3-2 コンフィギュレーション説またはユニークな手がかり説について	78
3-3 高次ということについて	79
3-4 まとめ	83

1 機能的競合をめぐる問題

通常、条件づけを行った場合、生体が直面する事象が条件刺激や弁別刺激になる。しかし、生体が直面する事象すべてが条件刺激や弁別刺激になりえない、隠蔽（overshadowing）と阻止（blocking）という事実が報告されている。二過程説では、条件刺激は無条件刺激についての直接の情報をもたらすとされ、弁別刺激は反応一強化の関係についての情報をもたらすとされる。生体が直面する複数の事象の間で、無条件刺激についての直接の情報をもたらすという条件刺激機能あるいは反応一強化の関係についての情報をもたらす弁別刺激機能において競合が生じた結果、隠蔽や阻止がみられると二過程説では説明される。

1-1 隠蔽とは

古典的條件づけの場合、隠蔽とは、次のような現象をいう（図1参照）。一群の被験体には2種類の条件刺激AとXを複合にして無条件刺激に対し十分条件づけを行う。もう一群の被験体にはAのみを条件刺激として条件づけをおこなう。その後、A・Xの複合

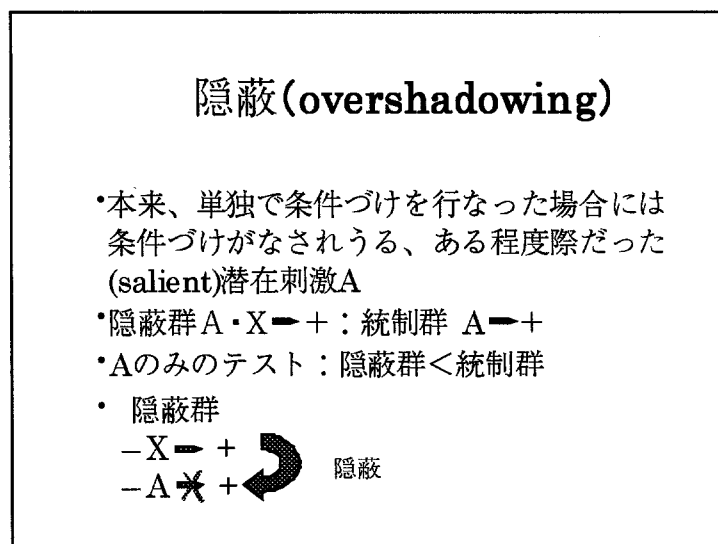


図1. 隠蔽の図式的表現。A単独の条件づけに比べ、A・Xの複合条件づけのほうがAに対する条件づけが弱かった場合、隠蔽が生じたとされる。

条件づけについてはAだけを単独に提示して条件づけの程度をテストする。Aのみの条件づけにくらべてA・Xの複合条件づけでのAに対する条件づけが弱かった場合、隠蔽が生じたとされる。

1-2 阻止とは

阻止とは古典的条件づけの場合、次のような現象をいう（図2参照）。一群の被験体には先行条件づけとして条件刺激Aを無条件刺激に対して十分な条件づけを行う。次いで複合刺激A・Xを条件刺激にして無条件刺激に対し十分な条件づけを行う。もう一群の被験体には先行条件づけなしにA・Xを複合にして無

条件刺激に対し十分な条件づけを行う。その後、条件刺激Xに対する条件づけの程度を調べると先行条件づけをした方がしない方よりも条件づけの程度が低い。

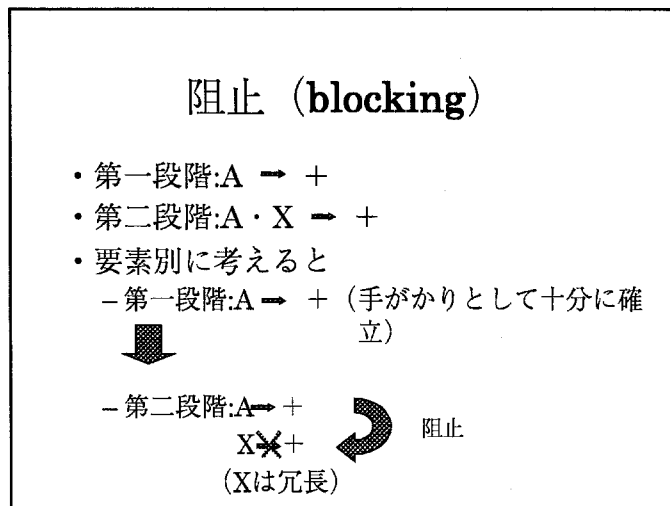


図2. 阻止の図式的表現。A単独の条件づけを先行して行い、A・Xの複合条件づけを行って、Aに対する条件づけが弱かった場合、阻止が生じたとされる。

1-3 モデルによる説明

これらの現象を説明するものとして Rescorla and Wagner (1972) と Mackintosh (1975) のモデルがある。刺激の「際だち」(salience) と関連性が決め手となる。

1-3-1 Rescorla and Wagner (1972) のモデル

このモデルは古典的條件づけを念頭に置いたものである。複合刺激を $A \cdot X$ 、その成分を A と X とする。 V_i を刺激 i が条件刺激として確立している度合、つまり刺激 i の連合強度 (associative strength) とする。条件刺激 $A \cdot X$ に無条件刺激がともなったときの各成分の条件づけの程度、すなわち $A \cdot X$ に引き続いて無条件刺激が与えられたときの各々の構成成分 A 、 X の連合強度の増分を ΔV_A 、 ΔV_X とする。 $\Delta V_A = \alpha_A \beta_j (\lambda - V_{AX})$ 、 $\Delta V_X = \alpha_X \beta_j (\lambda - V_{AX})$ である。ここで、 α は刺激の際だちを示すパラメータで、添え字が刺激を表し、各刺激ごとにその値が異なる。 β は無条件刺激に関するパラメータで、用いられる無条件刺激によりその値が定まる。添え字 j は用いられる無条件刺激を表す。 λ はその無条件刺激がもたらしうる連合の最大値である。そして大事なのは、 $V_{AX} = V_A + V_X$ である。

このモデルで隠蔽は次のように説明される。より際だちが高いということはその刺激の α が大きいということであり、その刺激の V が速く大きくなるということである。また条件づけの程度は λ とすべての刺激の持つ連合強度の総計との差に依存するので、より際だちが高い刺激があるとそれだけでその差は小さくなる。際だちの低い刺激の連合強度の増加は α が小さく、 λ とすべての刺激の持つ連合強度の総計との差も小さいのでなかなか増加しない。そのために、隠蔽が生じる。

阻止は次のように説明される。先行条件づけによりその刺激の連合強度は λ にほぼ等しくなり λ との差は 0 に近くなる。したがって新たに加わった刺激にはほとんど条件づけされなくなり、阻止が生じると考えられる。

1-3-2 Mackintosh (1975) のモデル

このモデルは必ずしも古典的條件づけだけを念頭に置いたものではない。刺激 A が信号として確立される、すなわち、連合強度

を獲得する程度を ΔV とする。これは強化による連合強度の増大の程度でもある。 $\Delta V_A = \alpha_A \phi (\lambda - V_A)$ である。ただし、 V_A は刺激 A の有する連合強度である。 λ は連合強度の最大値である。 ϕ は強化に関するパラメータである。 α_A は刺激 A の明瞭度を示すパラメータで、際だちおよび経験により変化する刺激の連合可能性である。ただし、特に次元に関するものとはされていない。 α_A の変化の仕方は以下の通りとなる。 $|\lambda - V_A| < |\lambda - V_X|$ ならば $\Delta \alpha_A$ は正である。 $|\lambda - V_A| \geq |\lambda - V_X|$ ならば $\Delta \alpha_A$ は負である。 V_X はその場に提示されている刺激 A 以外の刺激の持つ連合強度の総和である。

このモデルによって隠蔽は次のように説明される。明瞭度の高い刺激に対する条件づけの増加は大きい。したがって $|\lambda - V_A| < |\lambda - V_X|$ となるので、その刺激の明瞭度はさらに増加し、条件づけの程度も大きい。逆に明瞭度の低い刺激は条件づけの増加は小さいので、 $|\lambda - V_A| \geq |\lambda - V_X|$ により明瞭度はさらに減少し、条件づけの程度は小さい。よって、隠蔽が生じる。阻止は次のように説明される。先行条件づけにより、その刺激の連合強度は十分大きく、また明瞭度は大きくなっている。したがって、新たに付加された刺激の明瞭度は $|\lambda - V_A| \geq |\lambda - V_X|$ により減少し、条件づけの程度は小さい。よって、阻止が生じるとされる。

いずれのモデルにおいても前提となるのは、条件刺激と無条件刺激の連合にもとづく機能的競合である。古典的条件づけについていえば、条件刺激は無条件刺激についての直接の情報をもたらし、無条件刺激の到来を予言する機能を持つ。

隠蔽についていえば、より際だちの高い条件刺激が無条件刺激についての情報をもたらすようになり、より際だちの低い条件刺激はそのような機能を持たなくなる。無条件刺激についての直接

の情報をもたらすという機能において競合が生じ、「冗長性を排除する」ということから隠蔽が生じる。

阻止については、先行条件づけによって条件刺激 A がすでに無条件刺激についての情報をもたらすようになっているので、後の A・B 複合条件づけでの機能的競合においては条件刺激 B は冗長であり、無条件刺激についての情報を獲得しない。複数の刺激が無条件刺激についての情報をもたらさう場合には機能的競合が生じ、際だちの高いものやあらかじめ予言性の高いものだけが情報をもたらすようになる。

1-4 条件刺激と弁別刺激での"阻止"のパラダイムの実験

条件刺激は無条件刺激についての直接の情報を与えるが、弁別刺激は反応—強化についての情報を与える。したがって両者の機能は異なるので、機能的競合は生じないと考えられる。

Holman and Mackintosh (1981) はこの点を実験的に検討した。

実験 I (図 3 参照) では、弁別刺激の先行条件づけが古典

- Holman and Mackintosh (1981) の実験 I
 - 弁別刺激群: 第 1 段階 A-R-Rf & B-US
□ 阻止なし
第 2 段階 A・C-US
テスト C ?
 - 条件刺激群: 第 1 段階 A-US & B-R-Rf
■ 阻止
第 2 段階 A・C-US
テスト C ?
 - 弁別刺激群では A は弁別刺激、C は条件刺激と機能が異なるので、機能的競合が生じず、阻止は起こらない

図 3. Holman and Mackintosh (1981) による、条件刺激と弁別刺激での"阻止"のパラダイムの実験の図式的表現と主要な結果。Rf(強化)と US(無条件刺激)は物理的には同じエサだが、手続き的な相違を明確にするため、表記を変えてある。R は反応を表わす。

的條件づけの阻止を生じるかを調べた。第一段階として弁別刺激群は先行条件づけとして弁別刺激 A のもとでレバー押し—エサのオペラント条件づけと条件刺激 B とエサの古典的條件づけを行い、古典的條件づけ群は先行条件づけとして条件刺激 A とエサの古典的條件づけと弁別刺激 B のもとでレバー押し—エサのオペラント条件づけを行った。統制群にはなにも行わなかった。第二段階はすべての群について A・C の複合刺激に対して古典的條件づけを行った。第三段階では C に対する条件づけの程度をテストした。結果については、条件刺激群は統制群にくらべて条件づけは弱かったが、弁別刺激群と統制群には有意な差がなかった。このことは、先行条件づけをした弁別刺激 A は新たに条件刺激 C と複合にして古典的條件づけを行っても阻止を生じないことを示す。

実験Ⅱでは先行条件づけではなく複合条件づけと単独条件づけを並行する形で、条件刺激の単独条件づけによるオペラント条件づけへの阻止が生じるかを調べた。全部で 4 群構成された。条件刺激実験群では A・B の複合刺激を弁別刺激としてレバー押し—エサのオペラント条件づけを行い、同時に B を条件刺激としてエサに対する古典的條件づけを行った。条件刺激統制群では弁別刺激 A・B—レバー押し—エサは同じだが、C を条件刺激としてエサに対する条件づけを行った。弁別刺激実験群では A・B の複合刺激を弁別刺激として、レバー押し—エサのオペラント条件づけを行い、同時に B を弁別刺激としてレバー押し—エサのオペラント条件づけを行った。弁別刺激統制群では弁別刺激 A・B—レバー押し—エサは同じだが、C を弁別刺激としてレバー押し—エサのオペラント条件づけを行った。その後 A に対する条件づけの程度をテストした。結果は、弁別刺激実験群は弁別刺激統制群にくらべて条件づけは弱かったが、条件刺激実験群と条件刺激統制群では有意な差はなかった。このことは、同時に単独で古典的條件づけをおこなった条件刺激 B は、A と複合にしてオペラント条件

づけを行っても、阻止を生じないことを示す。

これらのことは条件刺激と弁別刺激は機能が異なり、機能的競合が生じないためと考えられる。

1-5 オペラント条件づけにおける隠蔽と促進

1-5-1 ディスクリート試行

Wagner, Logan, Haberlandt, and Price (1968) は、試行間間隔によって個々の試行が区切られるディスクリート試行の事態で以下の 3 実験を行い、予言性の高い刺激が他の関連性の低い潜在刺激を隠蔽することを示した。実験Ⅰではレバー押しによる弁別学習を行った。実験Ⅱでは条件づけ自体は古典的条件づけであるが、条件性抑制 (conditioned suppression) を行った。実験Ⅲでは眼瞼条件づけ (eyelid conditioning) を行った。いずれも実験群は音 1・光の複合刺激を正刺激、音 2・光の複合刺激を負刺激とする弁別訓練を受ける。統制群は音 1・光、音 2・光とも半分の試行で強化、残り半分の試行で消去の非分化強化を受ける。光についての条件づけの程度をテストしたところ、実験群の方が統制群よりも条件づけの程度は低かった。

Wagner (1969) はディスクリート試行の眼瞼条件づけによって潜在刺激であるバイヴレーションに対する条件づけが弱いことを示した。実験群は光 1・バイヴレーションの複合刺激を正刺激、光 2・バイヴレーションの複合刺激を負刺激とする弁別訓練を行い、さらに音 1・バイヴレーションの複合刺激に対しても条件づけを行う。統制群は光 1・バイヴレーションおよび光 2・バイヴレーションの複合刺激とも半分の試行で強化、残り半分の試行で消去の非分化強化を行い、さらに音 1・バイヴレーションの複合刺激に対しても条件づけを行う。その後、音刺激について般化テストを行ったところ、実験群の方が統制群よりも急な般化勾配を示した。

これは実験群では光刺激による隠蔽がバイヴレーションに対して生じたため、より強い条件づけが音刺激に生じたためと考えられる。

1-5-2 フリー・オペラント

Farthing (1972) は、試行間間隔によって個々の試行が区切られるのではなく、連続した反応状態となるフリー・オペラントにおいて隠蔽の実験を行った。実験群は赤・垂直線で部分強化、緑で消去の弁別訓練を受ける。統制群は赤・垂直線で部分強化、赤で消去の弁別訓練を受ける。線分の傾きについて般化テストを行ったところ、実験群の方が統制群より般化勾配は緩やかであった。これは実験群では色刺激が線分刺激を隠蔽したと考えられる。

Thomas, Burr, and Eck (1970) はフリー・オペラントで Wagner, Logan, Haberlandt, and Price (1968) や Wagner (1969) と同様の実験を行い、光での般化勾配を調べた。実験群は音 1・光の複合刺激ではレバー押しは部分強化されるが、音 2・光の時は消去される。統制群はいずれにおいても部分強化と消去が半分ずつの非分化強化を受ける。光での般化テストを行うと実験群の方が統制群より相対的反応率での般化勾配は急であった。

したがって般化勾配でみるかぎり、フリー・オペラントでは常に提示されている潜在刺激に対する隠蔽は生じないことを示唆する。ただし、無関連な潜在刺激である光は音と複合にしないときはより急な勾配を示したが、複合にしたとしたときには必ずしも急な勾配は示さなかった。

Thomas, Freeman, Svinicki, Burr, and Lyons (1970, 実験 3・実験 4、図 4 参照) はフリー・オペラントでは弁別訓練が潜在刺激の般化勾配を急峻にすることを示した。実験群は赤・垂直線の複合刺激を正刺激、緑・垂直線の複合刺激を負刺激とする弁別訓練を受ける。統制群はいずれの複合刺激においても 50% の割合で正負が割り当てられる非分化強化を受ける。その後、線分について

般化テストをする
と、実験群の方が統
制群より急な般化
勾配を示した。

これらのことから、少なくともフリー・オペラントでは潜在刺激を正・負いずれの弁別刺激とも複合にして提示する場合には、機能的競合により生じるとされる隠蔽はみられにくく、逆に潜在刺激の般化勾配は急峻になる。

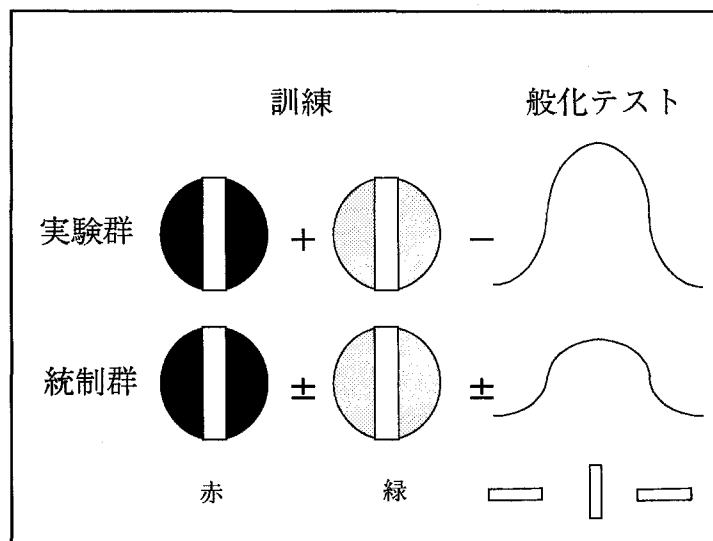


図4 . Thomas, Freeman, Svinicki, Burr, and Lyons (1970, 実験3・実験4) の図式的表現。赤・垂直線が+、緑・垂直線が-である実験群の方が、赤・垂直線と緑・垂直線とも±である統制群より、線分の傾きについての般化勾配は急峻であった。

1-6 「弁別の機会設定子」の機能の導入

フリー・オペラントで弁別訓練を行うと潜在刺激に対する隠蔽が生じず、逆に統制が強まる促進がみられるのはどのように考えられるだろうか。

二過程説では、隠蔽は機能的競合を前提とする。先に Holman and Mackintosh (1981) の実験でみたように、条件刺激と弁別刺激の間では、機能的競合が起こらず、したがって阻止は生じなかった。フリー・オペラントでは刺激は反応—強化の関連性を特定する機能を持つ。したがって隠蔽が生じず促進が生じるのは、潜在刺激が二過程説で仮定されている弁別刺激の機能とは別の機能を持ち、機能的競合が生じないためと考えられる。

その機能としては次のようなものが提唱されている。Rescorla (1985) は調節 (modulation) をとなえ、Holland (1983) は機会設定 (occasion-setting) を、Honig (1978) や Sidman (1986) は指示的統制 (instructional control) をとなえた。

これらはいずれも条件刺激やオペラントでの刺激の機能とは異なり、条件刺激—無条件刺激の関係や弁別刺激と反応—強化の関係をさらに特定したり規定したりする機能である。したがって、条件刺激や弁別刺激より高次なものと考えられる。

この前提にたつと、フリー・オペラントでの弁別訓練による潜在刺激の統制の促進は以下のように説明される (図 5 参照)。

フリー・オペラントでの弁別訓練では潜在刺激は弁別の機会を与える弁別の機会設定子 (occasion setter) として機能していると考ええる。したがって、潜在刺激と弁別刺激との間には機能的競合が生じない。また、潜在刺激は隠蔽されることなく、正・負の弁別刺激と協同して機能すると考える。

1-7 オペラント条件づけにおける阻止と促進

フリー・オペラントで弁別訓練を行うと潜在刺激に対する隠蔽が生じず、逆に統制

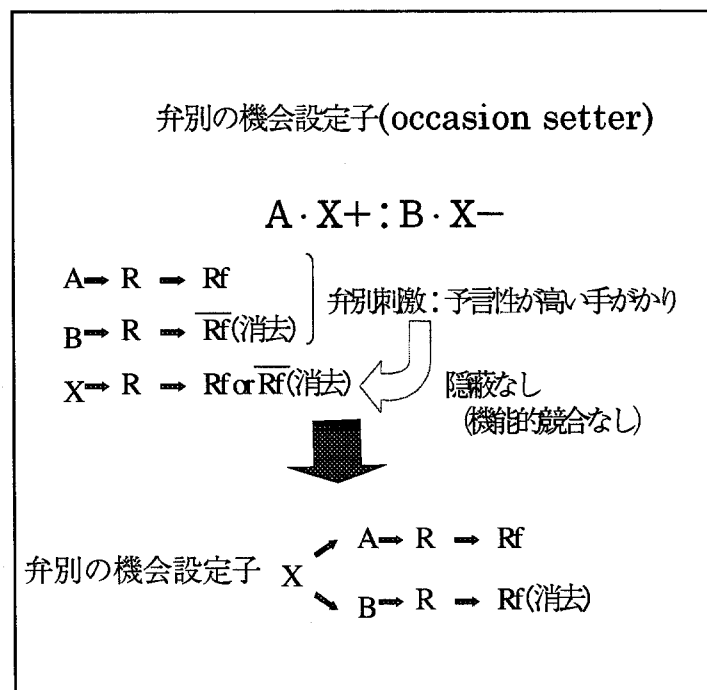


図 5. 弁別の機会設定子の図式的表現。A・X+およびB・X-の弁別を行うと、Xに対して隠蔽が起こらないのは、Xが弁別の機会設定子として機能しているからである。

が強まる促進がみられるが、阻止についてはどうであろうか。

Mackintosh and Honig (1970) はオペラント条件づけにおける阻止について実験を行った。実験群は第一段階として垂直線を正刺激、水平線を負刺激として、フリー・オペラントでの部分強化による弁別訓練を受ける。統制群はなにも受けない。第二段階として両群とも垂直線・青を正刺激、水平線・黄を負刺激とする弁別訓練を受ける。第三段階として両群とも色の次元で般化テストを受ける。その結果、実験群は統制群にくらべて青を頂点とする般化勾配は緩やかであった。つまり、先行弁別訓練により垂直線・水平線の統制力が強いため、色次元の統制が弱くなったと考えられる。しかし、先行訓練により必ず阻止が生じるというわけではない。

Mackintosh and Honig (1970) は同じ実験で第二段階を水平線・青の部分強化のみで訓練して、第三段階で色次元での般化勾配をみた。その結果先ほどとは逆に、実験群の方が統制群よりも青を頂点とする般化勾配は急であった。

同じ様な結果は、Thomas, Freeman, Svinicki, Burr, and Lyons (1970, 実験 1・実験 2) で示されている。実験群は第一段階としてフリー・オペラントにより緑では部分強化、赤では消去の弁別訓練を受け、統制群は緑も赤も半数では部分強化、残り半数では消去という非分化強化を受ける。第二段階では両群とも緑・垂直線のための部分強化を受ける。第三段階で線分の傾きについての般化テストを行ったところ、実験群の方が統制群よりも垂直線を頂点とする急な般化勾配を示した。これらは阻止とは全く逆の結果である。

Mackintosh and Honig (1970) での促進の結果はどのように説明されるのだろうか。実験群は第一段階で垂直線を正刺激、水平線を負刺激とする弁別訓練を受けた。第二段階では垂直線・青の複合刺激のもとで強化された。色次元について般化テストを行う

と先行弁別訓練を受けない統制群より実験群の方が急な勾配を示した。これは二過程説で考える、フリー・オペラントでの反応一強化を特定する弁別機能の競合が、実験群での垂直線と第2段階の青の間では生じなかったと考えられる。

そして、筆者は以下のように考えた。フリー・オペラントの隠蔽の議論を敷衍するならば、垂直線か青のいずれかが弁別の機会設定子になったためと考えられる。垂直線が弁別の機会設定子になったとすると、この場合第一段階では垂直線は反応一強化を特定する弁別刺激として機能しているが、第二段階では弁別の機会設定子として機能するというように、機能のダイナミックな転換が生じていると考えられる。同様の解釈は、Thomas, Freeman, Svinicki, Burr, and Lyons (1970, 実験1・実験2)にもあてはまる。

第一段階では弁別刺激として機能しているが、第二段階では弁別の機会設定子として機能するというように、機能のダイナミックな転換が生じていると考えるならば、第一段階での弁別刺激として機能は第二段階で弁別の機会設定子として機能するようになると、どのようになるのだろうか。Eck, Noel, and Thomas (1969) (図6参照)は、先行の弁別訓練での正の弁別刺激を後の直交する別の次元での弁別訓練時に潜在刺激として提示するとどのような影響が生じるのかを、フリー・オペラントでの次元外転移のパラダイムによって検討した。弁別訓練群は第一段階として 90° を正、 60° を負とする弁別訓練を、第二段階として 90° を潜在刺激として $555\text{m}\mu$ を正、 $538\text{m}\mu$ を負とする弁別訓練を行った。線分非提示群は第一段階は弁別訓練群と同じだが、第二段階は潜在刺激なしで単に $555\text{m}\mu$ を正、 $538\text{m}\mu$ を負とする弁別訓練を行った。非分化強化群は第一段階として 90° 、 60° とも半数の提示では部分強化、残り半数の提示では消去の非分化強化を行い、第二段階として 90° を潜在刺激として $555\text{m}\mu$ を正、 $538\text{m}\mu$ を負とする弁

別訓練を行った。単一線分提示群は第一段階として 90° のみを用い、半数の提示では部分強化、残り半数の提示では消去の非分化強化を行い、第二段階として 90° を潜在刺激として $555\text{m}\mu$ を正、 $538\text{m}\mu$ を負とする弁別訓練を行った。結果は以下の通り。第二段階の弁別学習については弁別訓練群・線分非提示群は非分化強化群・単一線分提示群よりも速かった。また、弁別訓練群と線分非提示群は差がなく、非分化強化群と単一線分提示群も差がなかった。同様の結果は、第二段階で潜在刺激として第一段階の負の弁別刺激を提示してもえられた (Eck & Thomas, 1970)。以上のことから、弁別訓練群と線分非提示群は差がなかったことは阻止が生

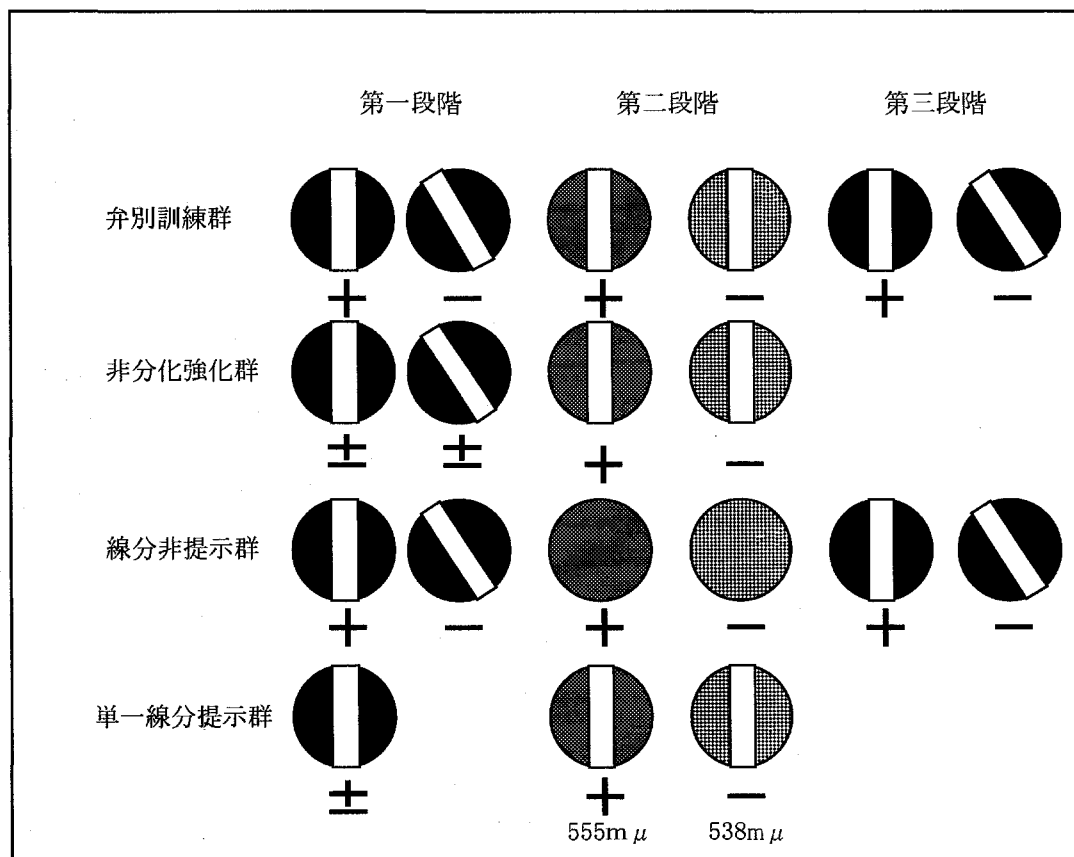


図 6. Eck, Noel, and Thomas (1969) の実験の図式的表現。実験は三段階からなり、各群の刺激と強化条件が示してある。+は強化、-は消去（非強化）、±は半分の試行では強化、残り半分の試行では消去という非分化強化を表わす。

じなかったことを示唆する。そして第二段階では $555\text{m}\mu$ を正、 $538\text{m}\mu$ を負として操作的に明確に弁別刺激としているので、第一段階の弁別刺激と第二段階の潜在刺激は機能的に異なり、第二段階では線分刺激は弁別の機会設定子となっていると考えられる。すなわち、線分刺激に関していえば、第一段階では弁別刺激、第二段階では弁別の機会設定子というように機能のダイナミックな転換が生じていると考えられる。

そして、阻止あるいは次元外転移のパラダイムにおいて、第一段階の弁別刺激としての機能から第二段階では弁別の機会設定子の機能へとダイナミックな機能転換が速やかに生じるとするならば、第二段階で潜在刺激として提示された場合、第一段階の弁別刺激としての機能については次の二つの可能性が考えられる。

1. 機能転換が生じてもそれ以前の機能はそのまま保たれる。
2. 機能転換とともに消失する。

Eck, Noel, and Thomas (1969) の次元外転移のパラダイムにおいて、第三段階で第一段階の学習をもう一度再学習させると、弁別訓練群と線分非提示群では学習速度に差がなく、ともに速やかに再学習を行った。このことは、機能転換が生じてもそれ以前の機能はそのまま保持されることを示唆する。

1-8 展望のまとめと仮説の提出

以上をまとめると、

1. 機能的競合が生じなければ、阻止や隠蔽は起こらない。

2. フリー・オペラントでの弁別訓練において、潜在刺激に対して隠蔽が生じず、潜在刺激の統制の促進がみられるのは、潜在刺激が当該の弁別の機会を与える弁別の機会設定子になっているという仮説が有力である。
3. フリー・オペラントの弁別訓練において、潜在刺激が当該弁別の弁別の機会設定子になっているとすると、Eck, Noel, and Thomas (1969) の次元外転移のパラダイムにおいて第一段階の弁別刺激を第二段階における別の次元の弁別に際し、潜在刺激として提示しても阻止が生じないのは、第一段階の弁別刺激としての機能から第二段階では弁別の機会設定子の機能へとダイナミックな機能転換が速やかに生じ、機能転換によっても前の機能が保たれるという新たな仮説が導出される。

新たに提唱する仮説は次のようになる (Ohta, 1991、図 7 参照)。

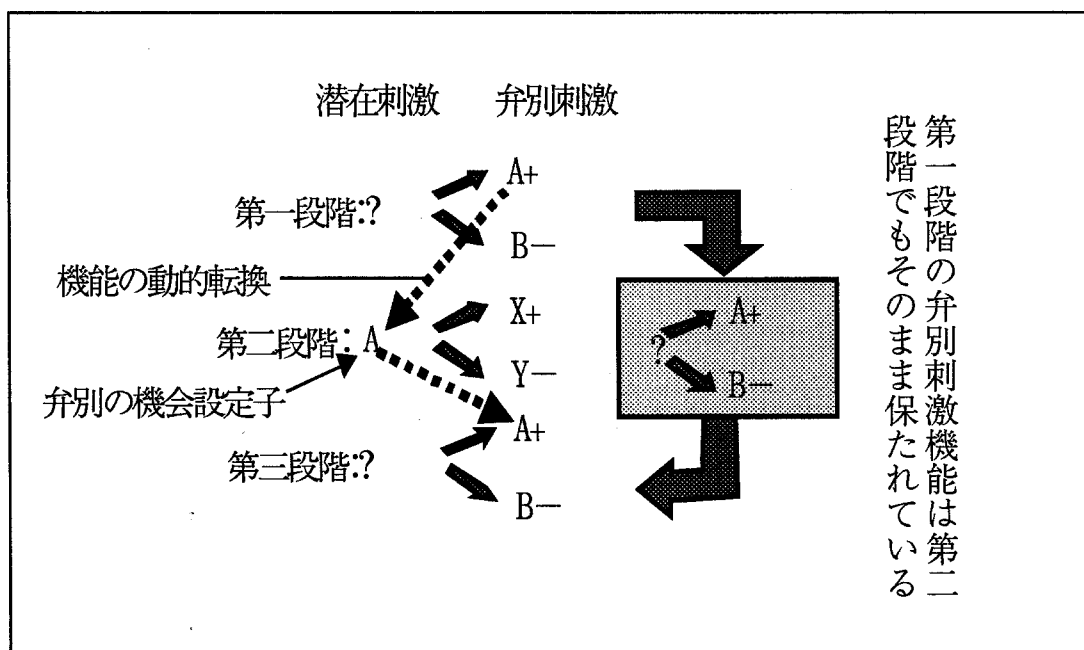


図 7. 仮説の図式的表現。同じ物理的的刺激 A は第一段階では弁別刺激であるが、第二段階で潜在刺激として提示されると弁別の機会設定子となり、機能の動的転換が起こる。第一段階での弁別刺激機能は第二段階で弁別の機会設定子となってもそのまま保たれている。

「フリー・オペラントでの弁別訓練において、潜在刺激は弁別の機会設定子として機能するという立場をとるとすると、同じ刺激が、ある状況では弁別刺激として機能し、別の状況では弁別の機会設定子として機能するという、ダイナミックな転換が生じうる。そして、弁別の機会設定子として機能している間、もとの弁別刺激としての機能はそのまま保持されうる。」

この仮説を、動物の弁別学習での次元外転移のパラダイムによって検討した (Ohta, 1991)。

1-9 <実験 I>

Eck, Noel, and Thomas (1969) は、弁別訓練自体が“一般的注意”を高め、“弁別の構え”を形成するとの仮説のもとに、第二段階の弁別学習については弁別訓練群・線分非提示群は非分化強化群・単一線分提示群よりも速く、弁別訓練群と線分非提示群は差がなく、非分化強化群と単一線分提示群も差がないことを示した。したがって、第三段階で第一段階の学習を再学習したとき、弁別訓練群と線分非提示群が速やかに学習したのは、“弁別の構え”によるものか、原学習の保持によるものなのか区別できない。

そこで第三段階に第一段階の弁別をそのまま学習する群と逆転する群を設定すれば、両者の区別が可能になる。もしもっばら“弁別の構え”によっているとすれば、両群とも速やかに学習するであろう。筆者の考えるように、機能のダイナミックな転換が起こっても、原学習は保たれるならば、第一段階の弁別をそのまま学習する群では、即座に学習できるのに対し、逆転学習群は学習が遅いだろう。また、二過程説なら、すべての刺激は弁別機能しか持ちえないので、機能的競合が生じるはずである。したがって別の次元のより予言性の高い弁別刺激が潜在刺激の弁別機能を阻害する（隠蔽）。予言性が低いことにより隠蔽を受け、潜在刺激の弁

別機能の低下が生じるならば、原学習の速やかな再学習は不可能であろう。

1-9-1 方法

被験体 実験歴のない、雄の頭巾ネズミ (Long Evans) 8 匹を用いた。個別ケージで自由摂水のまま飼育した。体重は基準時の 80% に統制した。

装置 同じサイズのスキナー箱 ($20 \times 29.5 \times 19.5 \text{ cm}$)、2 台を用いた。それぞれ防音箱内に設置した。被験体を 4 匹ずつ各装置にランダムに割り当てた。側壁は透明の亚克力板で、前面は白色の亚克力板であり、床はステンレスのグリッドであった。ステンレス製のレバーが床上 5cm の位置に取り付けてある。マイクロスイッチを入力するのに必要な力は 20g であった。ペレット給餌器 (Gerbrands Model D-1) から前面の開口部を通してエサ皿に 45mg のペレットが与えられた。音刺激提示用のスピーカーが天井の上、12cm の高さに取り付けてあった。明暗刺激は電球 (20W、100V AC) を不透明の白色亚克力板で覆い、レバーの上、前面パネルの $14 \text{ cm} \times 11 \text{ cm}$ の領域を照射することで提示した。白色雑音 (70dB) が外部騒音を遮蔽するため常に提示された。音刺激は 2270Hz、93dB の純音 (以下 H と略す) と 940Hz、89dB の純音 (以下 L と略す)。ともに 0.5 秒ごとに ON・OFF した。明暗刺激は前面パネル上で測定したところ明刺激が 2066.741 lm/m^2 で暗刺激が 21.531 lm/m^2 であった。ハウス・ライトは用いなかった。

手続き ペレットの摂食訓練、レバー押しの形成、連続強化の後、継時弁別訓練を以下の三段階にわたって行った (表 1 参照)。

第一段階 被験体は明暗刺激なしで H と L の聴覚弁別を行った。半数の被験体には H が正刺激 (+) で L が負刺激 (-) (H+ / L- と略す)、残りにはその逆 (H- / L+) を割り当てた。強化スケジュールは 多重 (multiple) 変間隔 (variable interval) 60 秒・消去 (mult VI 60 s Ext) であった。1 コンポーネントの長さは 60

秒で、毎日のセッションは 30 コンポーネントであった。各コンポーネントの正・負は等確率であった。弁別刺激の提示順序はランダムで、正・負いずれのコンポーネントも 3 回以上連続しない。弁別完成の基準は、弁別比（あるセッションでの正のコンポーネントでの反応数をそのセッションでの両コンポーネントでの反応数の総計で割ったもの）が 3 セッション連続して 0.75 を越えていることとした。弁別基準に到達した被験体から次の段階に進んだ。

第二段階 いずれの被験体も B+ / D- の視覚弁別を行った。ただしすべてのコンポーネントにおいて、第一段階での弁別刺激のいずれか一方が常に潜在刺激として提示された。第一段階での正・負の弁別刺激のいずれを潜在刺激とするかは被験体間でカウンター・バランスされた。正・負のコンポーネントは等頻度であった。弁別刺激提示順序についての制約、強化スケジュール、各セッションあたりのコンポーネントの長さや回数、および弁別完成基準は第一段階と同じであった。弁別基準到達後、各被験体は次の段階に進んだ。

表 1. 実験 I での各段階における刺激と強化の条件。Hは高音、Lは低音、Bは明刺激、Dは暗刺激、S+は正の弁別刺激、S-は負の弁別刺激、Incidental は潜在刺激、○はコンフィギュレーション説またはユニークな手がかり説に基づいた場合の第一段階からの正の転移、×は負の転移を表す（結果と議論参照）。（Ohta, 1991 より引用）

Subject	Phase 1		Phase 2				Phase 3	
	S +	S -	S +	S -	Incidental		S +	S -
1	H+	L-	B+	D-	H+	×	H+	L-
2	H+	L-	B+	D-	L-	○	H+	L-
3	H+	L-	B+	D-	H+	×	L+	H-
4	H+	L-	B+	D-	L-	○	L+	H-
5	L+	H-	B+	D-	H-	○	L+	H-
6	L+	H-	B+	D-	L+	×	L+	H-
7	L+	H-	B+	D-	H-	○	H+	L-
8	L+	H-	B+	D-	L+	×	H+	L-

第三段階 半数の被験体は第一段階と同じ聴覚弁別の前学習を行った。残り半数の被験体は、その逆転学習を行った。その他の手続きの詳細は第一段階と同じであった。

各被験体は8条件 ($2 \times 2 \times 2$) の一つにランダムに割り当てられた。すなわち、第一段階がH+ / L-かH- / L+かということと、第二段階での潜在刺激が第一段階での正刺激か負刺激かということ、および第三段階が原学習か逆転学習かの組合せによった。

1-9-2 結果と議論

図8は各段階での弁別基準到達までのセッション数の平均を示したものである。第一段階でのセッション数の平均は多少変動しているものの、後述するように統計的には有意差はなかった。第二段階でも、潜在刺激が第一段階での正刺激か負刺激かによる差はなかった。第三段階では、原学習群は第一段階よりも格段に速く聴覚弁別を学習したが、逆転学習群は第一段階より学習は遅かった。統計的検定の結果は次の通りであった。段階と原学習-逆転学習の交互作用は有意だったが ($F_{(2,8)}=8.57, p<.0103$)、段階と潜在刺激の正・負の交互作

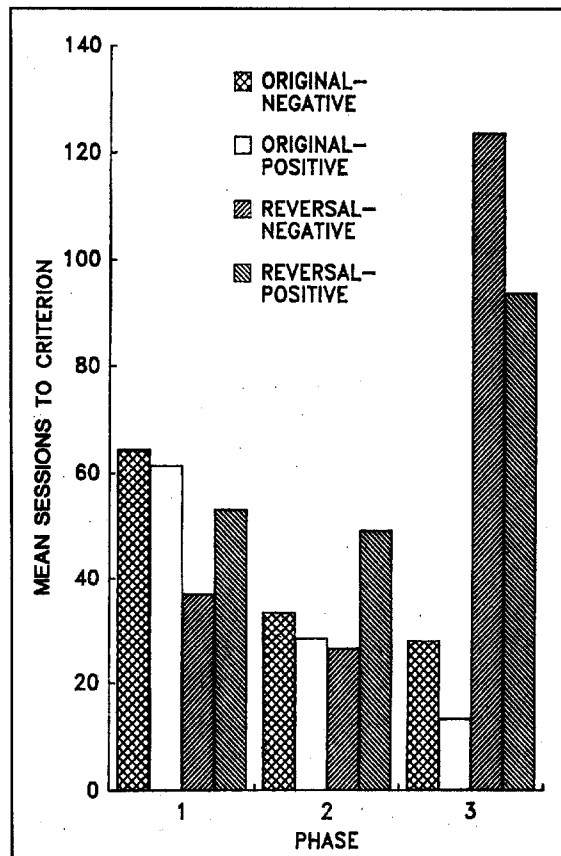


図8. 実験Iでの各群における基準到達までの平均セッション数。縦軸は平均セッション数を表す。横軸は段階を表す。各段階での棒グラフは左から右に原学習：負刺激、原学習：正刺激、逆転学習：負刺激、逆転学習：正刺激を表す。
(Ohta, 1991より引用)

用は有意でなかった ($F_{(2,8)}=0.83, p>.05$)。Newman-Keuls テストで各段階の原学習—逆転学習の差を検定したところ、第一段階・第二段階では有意でなかったが、第三段階では有意だった ($p<.05$)。さらに原学習群・逆転学習群とも第一段階と第三段階の間に有意差がみられた ($p<.05$)。第三段階での原学習群の平均セッション数 0 とは異ならなかった ($t_{(8)}=1.44, p>.05$)。

第一段階では、被験体は全くの暗闇に近い状態で H と L の弁別を学習した。第二段階では、第一段階での弁別刺激を潜在刺激として B + / D - を学習した。したがって、第二段階では複数の刺激が同時に提示される、複合刺激の事態になっている。

複合刺激についてはコンフィギュレーション (configuration) 説とユニークな手がかり (unique cue) 説がある (Mackintosh, 1975; Kehoe & Gormezano, 1980)。

コンフィギュレーション説とは次のようなものである。複合刺激 A · B を考えた場合、各要素 A と B の二つから構成されているのではなく、両者は一体で不可分なもので、A と B に還元できない全く別のものとする。

ユニークな手がかり説とは複合刺激 A · B は各要素 A · B とそれらの組合せから生じる刺激から成り立っていると考える。この説では複合刺激 A · B は各要素 A および B と組合せから生じる刺激に分解されうる。

これらの説から今回の実験結果を考えてみると、第一段階から第二段階に対して潜在刺激との組合せによって正または負の転移が生じると考えられる (表 1 参照)。たとえば、第一段階は H + / L - で第二段階は B + / D - とする。そして第二段階の潜在刺激は第一段階の正の弁別刺激 (たとえば、H : 表 1 での被験体 1)、または負の弁別刺激 (たとえば、L : 表 1 での被験体 2) とする。第一段階では、照明は全くの暗闇に近く、聴覚と視覚の複合刺激はコンフィギュレーションを形成し、H D + / L D - と書き表せ

る。第二段階では弁別の対象となるコンフィギュレーションは $BH+ / DH-$ または $BL+ / DL-$ と表せる。 $HD+ / LD-$ から $BL+ / DL-$ への転移は $DL-$ が共通なのでポジティブだが $HD+ / LD-$ から $BH+ / DH-$ への転移は DH の正負が逆転するのでネガティブである。表 1 から容易にわかるように、第一段階の負の弁別刺激を第二段階で潜在刺激として提示された被験体は第一段階から第二段階へは正の転移を示すが、正の弁別刺激を提示された被験体は負の転移を示す。段階と潜在刺激の正・負の間の交互作用が有意でなかったことから、第一段階での正の弁別刺激を潜在刺激として提示された被験体も負の弁別刺激を提示された被験体も第二段階は同じ速さで学習したといえる。したがって、コンフィギュレーションまたはユニークな手がかり説は妥当でない。

本実験により、第一段階での聴覚弁別刺激の一方を第二段階で潜在刺激として提示しても、第一段階での聴覚弁別の原学習は第三段階においても保たれ、逆転学習は遅くなることが示唆された。そして、“弁別の構え” だけでは、一義的に説明できないことを示した。

ところで、被験体は第一段階の学習より第二段階の学習の方を速く学習する傾向を示した。弁別訓練自体が“一般的注意”を高め、“弁別の構え”を形成するとの Eck, Noel, and Thomas (1969) と Eck, and Thomas (1970) の仮説や、Reinhold and Perkins (1955) の弁別学習セットからすれば、弁別訓練自体が後続の学習にそのような促進効果をもたらしたのかもしれない。このことが、第三段階での逆転学習群の逆転学習におよぼす負の転移効果を打ち消すまでにはいたらなかったものの、原学習群での速やかな再学習を生じた可能性も考えられる。実験Ⅱではこの可能性を検証する。

1-10 <実験 II>

実験 II では弁別訓練自体の促進効果の可能性を排除するため、被験体は第二段階で非分化強化を受ける。

さらに実験 II では被験体は聴覚および明暗弁別の基準到達にかなり時間を要した。予備実験ではコンポーネントの長さがより長い（たとえば、3 分）と被験体はより速く学習することがわかっている。したがって本実験ではコンポーネントの長さを長くした。予備実験では明暗弁別に平均 9 セッション（分散は 6 セッション）要した。これらのデータにもとづき、異なった長さの非分化訓練が設定された。短期は 9 セッションで、長期は 33 セッションである（すなわち、 $9+4\times 6$ ；分散の 4 倍の差は有意、 $p<.05$ ）。仮説は次の通りである。もし非分化強化にもかかわらず被験体が第三段階で原学習を速やかに学習したならば、第二段階での弁別訓練自体の促進効果の可能性によるものではない。

1-10-1 方法

被験体 実験歴のない雄の頭巾ネズミ、8 匹を用いた。個別ケージで自由摂水のまま飼育した。体重は基準時の 80% に統制した。

装置 装置と刺激は実験 I で用いたものと同じであった。

手続き 予備訓練の後、被験体は以下の訓練を三段階にわたって受けた。

第一段階 半数の被験体は $H+/L-$ の聴覚弁別訓練を受けた。残り半数はその逆（ $H-/L+$ ）の訓練を受けた。強化スケジュールは多重 変間隔 60 秒・消去であった。1 コンポーネントの長さは 3 分で、毎日のセッションは 10 コンポーネントであった。弁別刺激の提示順序についての制約や弁別完成基準は実験 I のものと同じであった。弁別基準に到達した被験体から次の段階に進んだ。

第二段階 被験体は B と D による非分化強化訓練を受けた。半数の被験体は 33 セッションの訓練を受け、残りは 9 セッションの

訓練を受けた。強化スケジュールはB・Dとも半数の提示では変間隔 60 秒、残り半数の提示では消去であった。第一段階での正または負の弁別刺激のいずれかが常に提示された。いずれを提示するかは被験体間でカウンター・バランスされた。各コンポーネントでの変間隔 60 秒か消去かは等確率であった。明暗刺激の提示順序についての制約や各セッションでのコンポーネントの長さと回数は第一段階のものと同じであった。

第三段階 すべての被験体は第一段階の原学習を再学習した。手続きの詳細は第一段階のものと同じであった。

各被験体は 8 条件 ($2 \times 2 \times 2$) の一つにランダムに割り当てられた。すなわち、第一段階が H+ / L- か H- / L+ かということと、第二段階での非分化強化の長さ (9 セッションか 33 セッションか)、および第二段階での潜在刺激が第一段階での正刺激か負刺激かの組合せによった。

1-10-2 結果と議論

図 9 は各段階での弁別完成基準までのセッション数の平均を示す。第一段階で平均セッション数は異なるように見えるが、後述するように統計的には有意差はなかった。第

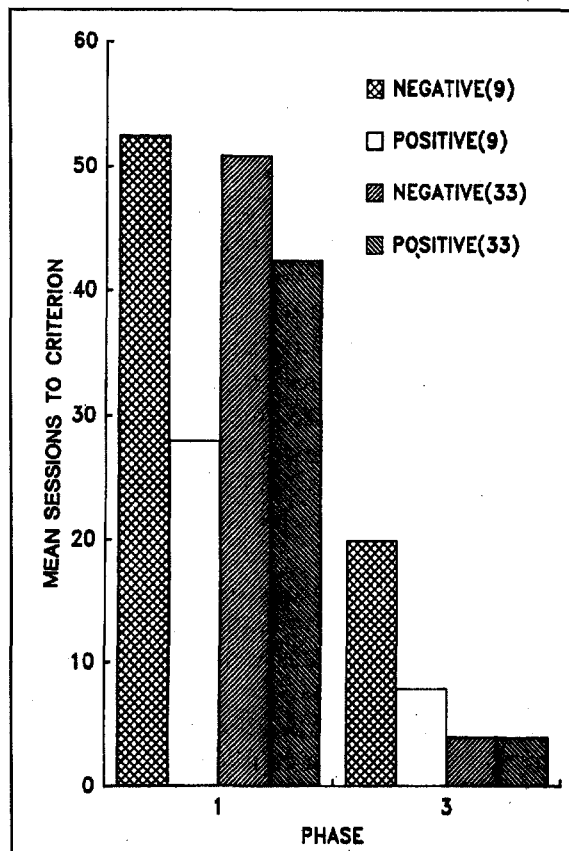


図 9. 実験Ⅱでの各群における基準到達までの平均セッション数。縦軸は平均セッション数を表す。横軸は段階を表す。各段階での棒グラフは左から右に負刺激：9 セッション、正刺激：9 セッション、負刺激：33 セッション、正刺激：33 セッションを表す。
(Ohta, 1991 より引用)

三段階ではすべての群は第一段階よりも速く、速やかに学習した。統計的検定の結果は次の通りであった。段階の主効果のみが有意で ($F_{(1,4)}=13.92, p<.0203$)、その他の主効果および交互作用は有意ではなかった。第三段階での弁別基準到達までの平均セッション数は0とは異ならなかった ($t_{(4)}=2.08, p>.05$)。

実験操作的には非分化強化を行っているにもかかわらず、結果として反応が刺激に対応して分化してしまうことがある。このような「迷信的 (superstitious)」弁別 (Morse & Skinner, 1957) が生じたかを調べるため、「弁別比」に相当するもの (すなわち、あるセッションにおける暗刺激での反応数をそのセッションでの総反応数で割ったもの) を計算した。0.5 から一貫して大きくずれていると迷信的弁別が生じたことになる。図 10 は第二段階における各セッションでの被験体ごとの比を示したものである。どの被験体も 0.5 から一貫してずれていることはなかった。

異なった長さの非分化強化訓練を行ったにもかかわらず、被験体は原学習

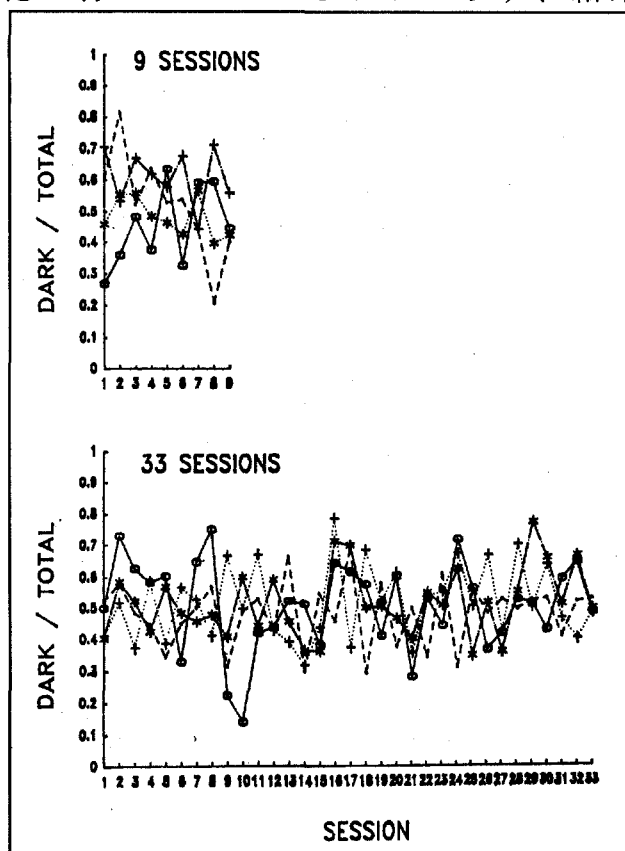


図 10. 各セッションでの被験体ごとの暗刺激での反応数/全体での反応数 (「弁別比」; 本文参照のこと)。縦軸は「弁別比」を表す。横軸はセッションを表す。上の部分は 9 セッション群のデータで、下の部分は 33 セッション群のデータ。各々の部分での 4 種類の折れ線グラフは個々の被験体を表す。(Ohta, 1991 より引用)

を速やかに学習した。このことは実験Ⅰにおける第三段階での原学習の速やかな学習は弁別訓練それ自体によらない可能性を示す。したがって実験Ⅰにおける第二段階での潜在刺激の操作にもかかわらず被験体が原学習の保持を示したことは、第一段階と第二段階での刺激の機能転換が生じたことと、弁別刺激機能が保たれたことを示唆する。また、実験Ⅱに関して、第二段階で提示された音刺激は、光刺激に関して非分化強化であるという弁別の機会設定子になっていたために、音刺激の弁別機能が第三段階でも保たれたと考えられる。実験Ⅰで、刺激の機能転換が起こり、弁別刺激機能の保たれた可能性をさらに示すために、実験Ⅲを行った。

1-1 1 <実験Ⅲ>

原学習の保持の程度を評価するため、ホーム・ケージ統制群を導入した。実験群の被験体は第二段階で明暗弁別を学習する。弁別群の被験体と対にされた統制群の被験体は第二段階で明暗弁別を行うことなく、単にホーム・ケージで飼育されるだけである。仮説は次の通りである。もしも潜在刺激の操作が第一段階での明暗弁別と独立でなんら影響をおよぼさないとすれば、第二段階で明暗弁別を学習した被験体は、ホーム・ケージ統制群と同じくらい速く第三段階で原学習を学習するだろう。また、これまでの事実の一般性を高めるために、諸々の実験変数（たとえば、刺激の強さ、コンポーネントの長さや回数）を新たな値に設定した。

1-1 1-1 方法

被験体 実験歴のない雄の頭巾ネズミ、8匹を用いた。個別ケージで自由摂水のまま飼育した。体重は基準時の80%に統制した。

装置 装置は実験Ⅰのものと同じであった。Hは9400Hz, 60dBでLは940Hz, 87dBであった。ともに0.5秒ごとにON・OFFした。Bは 1772.281 lm/m^2 でDは 86.111 lm/m^2 であった。外部

騒音遮蔽のための白色雑音は 56dB であった。

手続き 予備訓練の後、被験体は以下の訓練を三段階にわたって受けた。

第一段階 半数の被験体は $H + / L -$ の聴覚弁別を行った。残り半数は逆の弁別 ($H - / L +$) を学習した。強化スケジュールは多重 変間隔 30 秒・消去であった。1 コンポーネントの長さは 2 分で、毎日のセッションは 20 コンポーネントであった。正および負のコンポーネントは半数ずつであった。弁別刺激の提示順序についての制約や弁別完成基準は実験 I のものと同じ。弁別基準に到達した被験体から次の段階に進んだ。

第二段階 半数の被験体は $B + / D -$ の明暗弁別を学習した。あるコンポーネントが正か負かは等確率であった。第一段階での正の弁別刺激がすべてのコンポーネントで潜在刺激として提示された。弁別刺激提示順序についての制約、強化スケジュール、各セッションあたりのコンポーネントの長さや回数、および弁別完成基準は第一段階と同じであった。残り半数の被験体は訓練を受けずに単にホーム・ケージで維持されていた。弁別訓練を受けた被験体は第一段階での成績と刺激条件によってホーム・ケージ統制群の被験体と対にされた。弁別基準に到達した被験体と対応するホーム・ケージ統制群の被験体は次の段階に進んだ。

第三段階 半数の被験体は第一段階の聴覚弁別の原学習を再学習した。残りの被験体はその逆転学習を行った。手続きの詳細は第一段階のものと同じであった。

各被験体は 8 条件 ($2 \times 2 \times 2$) の一つにランダムに割り当てられた。すなわち、第一段階が $H + / L -$ か $H - / L +$ かということと、第二段階が訓練かホーム・ケージかということ、および第三段階が原学習か逆転学習かの組合せによった。

1-1 1-2 結果と議論

図 11 は各段階での弁別完成基準までのセッション数の平均を示す。第一段階での平均セッション数に差があるように見えるが、後述の統計的検定では有意ではなかった。第三段階では原学習群は第一段階よりも速く、即座に弁別を学習した。逆転学習群は第一段階よりも遅く学習する傾向があった。第二段階が訓練かホーム・ケージかは差がなかった。統計的検定の結果は以下の通りであった。段階と原学習—逆転学習の間の交互作用は有意であった ($F_{(1,4)}=10.91, p<.0298$)。Newman-Keuls テストの結果、第一段階では原学習—逆転学習の差は有意ではなかったが、第三段階では有意であった ($p<.05$)。さらに Newman-Keuls テストによ

ると、原学習群では第一段階と第三段階の差は有意だったが ($p<.05$)、逆転学習群では有意な傾向を示した ($.05<p<.10$)。訓練—ホーム・ケージの効果およびこれをふくむ交互作用はいずれも有意でなかった。第三段階での原学習群の弁別基準までの平均セッション数は 0 と異ならなかった ($t_{(4)}=.047, p>.05$)。

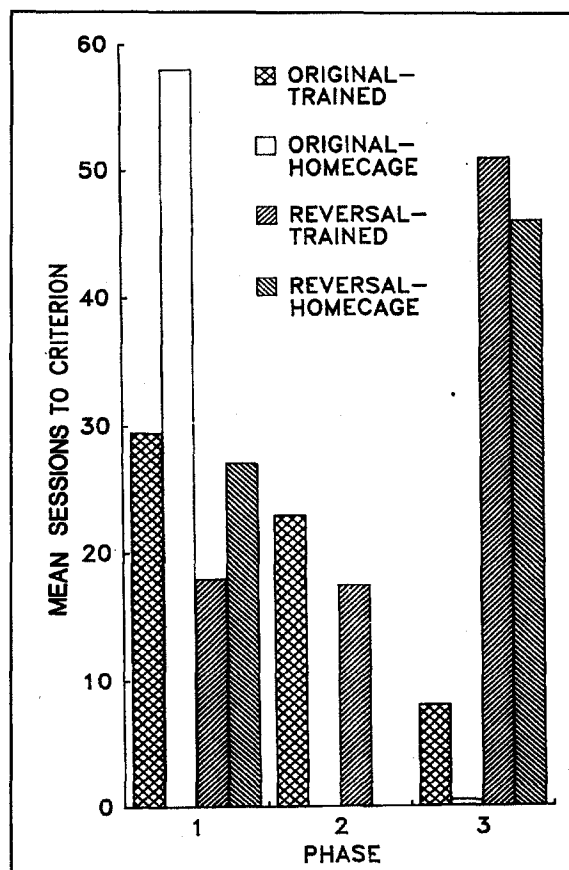


図 11. 実験Ⅲでの各群における基準到達までの平均セッション数。縦軸は平均セッション数を表す。横軸は段階を表す。各段階での棒グラフは左から右に原学習：訓練、原学習：ホーム・ケージ、逆転学習：訓練、逆転学習：ホーム・ケージを表す。

(Ohta, 1991 より引用)

訓練群は第三段階の学習をホーム・ケージ統制群と同じ速さで学習した。したがって、第二段階で潜在刺激として提示されたにもかかわらず、第一段階の原学習はそのまま保持され、潜在刺激の操作は第一段階と第三段階の聴覚弁別とは独立なように思われる。本実験は実験Ⅰでみられた原学習群での即座の再学習と逆転学習群での遅延が、さらに異なった実験変数においても生じることを示した。このことは実験ⅠおよびⅡで見いだされた事実の一般性を高めるものである。

1-12 一般的議論

上記の実験から以下のことが示された。

1. 弁別刺激の一方が別の次元の弁別に際し、潜在刺激として提示された後では、原学習の再学習は即座に行われるが、逆転学習は遅れる。
2. 原学習での弁別刺激の一方を常に提示しつつ、長期または短期の非分化強化を受けても、被験体は即座に原学習の再学習を行う。
3. 被験体が潜在刺激の操作を受けようと単にホーム・ケージで飼育されようと、原学習の再学習は即座に行われる。

これらの事実は、弁別刺激の反応—強化の予言機能から潜在刺激の弁別の機会設定子へとダイナミックな機能転換が生じ、原学習での弁別刺激の機能がそのまま保たれたことを示す。もしも弁別刺激の機能がフリー・オペラントでの刺激の機能のすべてであるとする、潜在刺激の操作は隠蔽を生じてそれ以前の弁別刺激機能を損ない、第三段階での原学習の弁別が速やかに再学習されることはない。Mackintosh (1977) は継時弁別訓練での潜在刺激の刺激統制の実験を概観し、弁別刺激が潜在刺激を隠蔽するかを検討した。それによると、少なくとも、フリー・オペラントの事

態ではより関連性の高い弁別刺激が潜在刺激を隠蔽するというこ
とは疑わしい (Bresnahan, 1970; Thomas, Freeman, Svinici,
Burr, & Lyons, 1969; Turner & Mackintosh, 1972)。

聴覚刺激の提示は第一段階ではHとLの2種類で、第二段階で
は1種類だけである。この違いが原学習をそのままの形で保つの
に寄与した可能性がある。しかし Eck, Noel, and Thomas (1969)
はハトが2種類の線分刺激 (90° と 60°) または1種類の線分刺
激 (90°) かのいずれで非分化強化を受けようとも、そのあとで
 90° 刺激だけが潜在刺激として提示される色弁別を同じ速さで学
習することを示した。したがって、刺激提示が1種類か2種類か
ということは、本実験で聴覚弁別が保たれたことにとって重要で
はない。

すべての刺激はフリー・オペラントでは弁別刺激機能しかない
とする二過程説でも、明暗刺激が聴覚刺激を隠蔽しなかったこと
を説明できるかもしれない。第一に、コンフィギュレーションと
いう形で弁別刺激として機能したかもしれない。しかし、実験I
の結果と議論のところで述べたように、表1に示したコンフィギ
ュレーション説からの正または負の転移がみられなかったことから、
この説は受け入れられない。第二に、ある程度弁別刺激の機
能を持っていたかもしれない。なぜなら、潜在刺激はその半分の
提示において、変間隔スケジュールで強化されていたからである。
正または負の聴覚弁別刺激のいずれが潜在刺激として提示されよ
うとも、その半分の提示において部分強化されていた限り、その
聴覚刺激が第一段階のままで保たれているとは考えにくい。

本実験の結果から、次元外転移において反応—強化についての
弁別的機能と弁別の機会設定子の機能とのダイナミックな転換が
生じ、原学習が保たれていることが示唆された。

1-13 その他の実験事実に対する、筆者の仮説の適用

弁別機能と弁別の機会設定子の機能があり、両者の間でダイナミックな機能転換が起こり、かつ元の機能が保たれることが示された。この立場からいくつかの関連する実験について論及し、その一般性を示しておきたい。

Farthing (1972) は実験群では赤・垂直線を正、緑を負とする継時弁別を行い、統制群では赤・垂直線を正、赤を負とする継時弁別を行った。その後、線分の傾きについて般化テストを行ったところ、実験群よりも統制群の方が急な般化勾配を示した。これは隠蔽とされるが、次のようにも考えられる。統制群での訓練パラダイムは古典的条件づけでの正の特徴学習 (feature positive learning) に相当する。正の特徴学習とは刺激 $X \cdot A$ では正だが、刺激 A だけでは負になるような訓練パラダイムである。刺激 A に先行する場合には刺激 X は弁別の機会設定子となっているとされる (Holland, 1983)。しかし、刺激 X が A と同時に提示される場合でも、刺激 X の際だちが弱ければ、刺激 X は弁別の機会設定子になるといわれている (Holland, 1989)。Farthing (1972) の実験での統制群における線分の傾きでの急な般化勾配は、垂直線が弁別の機会設定子になっていたことの反映とも考えられる。

Gray and Mackintosh (1973) はディスクリート試行のオペラントの手続きで、弁別訓練により潜在刺激に対して隠蔽が生じるのか、促進が生じるのかを調べた。実験群は純音・垂直線で強化、ノイズ・垂直線で消去の弁別訓練を受ける。統制群は純音・垂直線でもノイズ・垂直線でも半分の試行は強化、残り半分の試行では消去の非分化強化を受ける。その後、線分の傾きについて般化テストを行ったところ、実験群より統制群の方が急な般化勾配を示した。これはフリー・オペラントで同様の実験を行った Thomas, Freeman, Svinicki, Burr, and Lyons (1979, 実験 3・実験 4) や

Bresnahan (1970) と逆の結果である。これについては次のような反論が可能である。般化テスト時には音刺激は提示されなかったため、純音・垂直線からの般化が十分でなかったと考えられる。

Wagner, Logan, Haberlandt, and Price (1968) はディスクリート試行の事態で実験を行い、予言性の高い刺激が他の関連性の低い潜在刺激を隠蔽することを示した。実験群は音 1・光の複合刺激を正刺激、音 2・光の複合刺激を負刺激とする弁別訓練を受ける。統制群は音 1・光、音 2・光とも半分の試行で強化、残り半分の試行で消去の非分化強化を受ける。光についての条件づけの程度をテストしたところ、実験群の方が統制群よりも条件づけの程度は低かった。これについては Thomas, Burr, and Eck (1970) の批判にあるように、テスト刺激一点での条件づけの程度で議論するのは不十分で、複数のデータ・ポイントにもとづく般化勾配の急峻さを調べるべきであろう。

Wagner (1969) は次のようなディスクリーットの眼瞼条件づけを行った。実験群は光 1・バイヴレーションの複合刺激を正刺激、光 2・バイヴレーションの複合刺激を負刺激とする弁別訓練を行い、さらに音 1・バイヴレーションの複合刺激に対しても条件づけを行う。統制群は光 1・バイヴレーションおよび光 2・バイヴレーションの複合刺激とも半分の試行で強化、残り半分の試行で消去の非分化強化を行い、さらに音 1・バイヴレーションの複合刺激に対しても条件づけを行う。その後、音刺激について般化テストを行ったところ、実験群の方が統制群よりも急な般化勾配を示した。これは実験群では光刺激による隠蔽がバイヴレーションに対して生じたため、音刺激により強い条件づけが生じたためとされる。しかし実験群についてみると、バイヴレーションは常に潜在刺激として提示されており、光 1 と音 1 を正刺激、光 2 を負刺激とする弁別の機会設定子として機能すると考えられる。したがって、音 1 はバイヴレーションと協同して正刺激として機能し、音 1 や音 2

の単独提示はそれからの般化を生じ、結果として急な般化勾配が生じたと考えられる。それに対し統制群では光 1 と光 2 で非分化強化、音 1 では強化を受けるので、強化の分化の程度が実験群ほど強くないため、バイヴレーションの持つ弁別の機会設定子の程度は実験群ほどではなく、緩やかな般化勾配がみられたと考えられる。

Thomas, Burr, and Eck (1970) はフリー・オペラントで複合刺激の弁別訓練を行い、潜在刺激での般化勾配を調べた。実験群は音 1・光の複合刺激ではレバー押しは部分強化されるが、音 2・光の時は消去される。統制群はいずれにおいても部分強化と消去が半分ずつの非分化強化を受ける。光での般化テストを行うと実験群の方が統制群より相対的反応率での般化勾配は急であった。したがって般化勾配でみるかぎり、フリー・オペラントでは潜在刺激に対する隠蔽は生じないことを示唆する。ただし、無関連な潜在刺激である光は音と複合にしないときはより急な勾配を示したが、複合にしたときには必ずしも急な勾配は示さなかった。弁別訓練により光単独提示の場合には促進がみられたが、音と複合にした場合には促進が生じなかった点については次のように考えられる。音次元と光次元の間に交互作用があり、音 1・光 1 と音 1・光 2 または音 2・光 1 と音 2・光 2 との距離と光 1 と光 2 との距離が異なり、前者の方がより短いため、般化テストにより音 1・光 1 と音 1・光 2 の間または音 2・光 1 と音 2・光 2 との間には勾配はみられなかったと考えられる。

以上が、単に条件刺激—無条件刺激または刺激—反応—強化の関連性のみを前提とした隠蔽や阻止の主要な実験に対し、弁別の機会設定子を仮定した上で、ダイナミックな機能転換が生じるとともに、もとの機能は保たれるとする筆者の仮説からの解釈である。両者の妥当性を判定するため実験を行わなければならないのは言うまでもない。

ところで、二過程説では、古典的条件づけにおいては条件刺激—無条件刺激の関連が学習され、オペラント条件づけでは弁別刺激—反応—強化の関連が学習されるとし、それぞれが基本単位と考えられている。では、複雑な学習行動はどのように考えられるのだろうか。二過程説では、複雑な学習行動は基本単位が鎖状に繋がった行動連鎖として考える。そして、この行動連鎖の最後の部分は無条件刺激ないし強化により条件づけが行われているとするが、それ以前の部分は条件づけにより成立した強化、すなわち条件性強化によって大部分は維持されていると考える（全体の構成参照）。したがって、条件性強化は二過程説において、複雑な学習行動を説明する重要概念である。条件性強化の成立条件については、条件性強化をもたらす刺激と強化について直接の関係を前提として、二過程説では研究されてきた。第 1 章において、条件性刺激機能や弁別刺激機能だけではなく、弁別の機会設定子という高次の機能が重要であることが示されたわけであるが、第 2 章でも高次の機能を持つ刺激は条件性強化になるということが、条件性強化の成立条件をめぐる問題を通して示される。

2 条件性強化をめぐる問題

オペラント条件づけにおいて反応は強化されている。この強化機能を持つ刺激を強化子という。強化子としては適切な動因操作のもとに、食物や水などがよく用いられる。このような刺激を特別な条件づけなしに強化機能をもつという意味で、一次強化子という。これに対して、本来一次強化子でないものが特定の条件づけによって強化機能を有するようになる。このような刺激を条件性強化子 (conditioned reinforcer) といい、その過程を条件性強化 (conditioned reinforcement; 二次強化) という。

生体が示す複雑な学習行動は行動連鎖としてとらえられ、二過程説では、条件性強化にもとづくオペラント条件づけにより広く説明され、重要な概念である。そして、条件性強化は、条件性強化子が無条件刺激や強化あるいは反応—強化についての関連をもつがゆえに、成立するとされる。

2-1 研究方法の選択

条件性強化を調べる方法としては、消去の影響を受けないとか一次強化の生起条件が条件性強化を生じる反応の影響を受けないなどの点から並列連鎖 (concurrent chain) スケジュールと観察反応 (observing response) の方法が優れているとされる。

2-1-1 並列連鎖スケジュール

まず、並列連鎖スケジュールについて説明する (図 12 参照)。試行が始まると選択事態である初期リンク (initial link; リンクとは繋がっている鎖を構成する一つの環という意味であり、初期リンクとはその初めの環という意味である) になり、左右の両方のキーに刺激が提示される。そして両方とも同じスケジュールが働く (たとえば、変間隔スケジュール)。どちらか一方でスケジュー

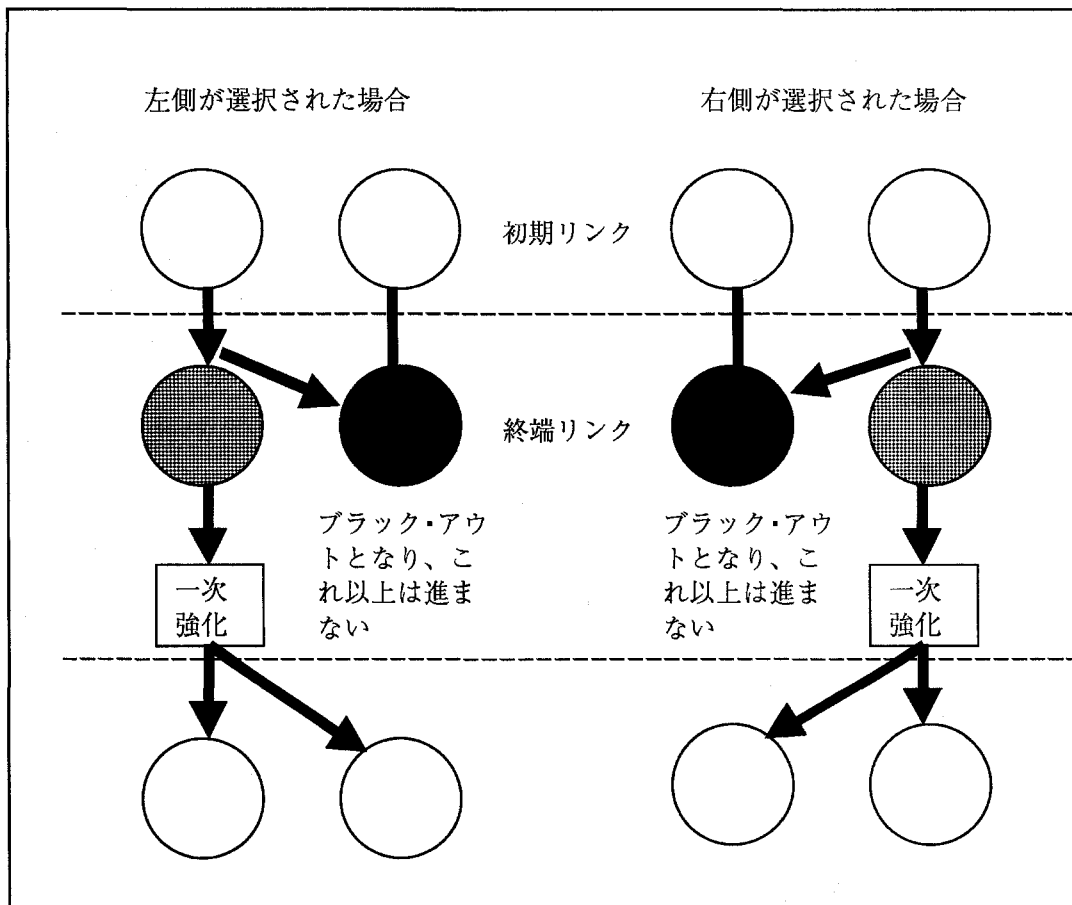


図 12. 並列連鎖スケジュールの図式的表現。試行が始まると初期リンクになり、左右の両方のキーに刺激が提示される。そして両方とも同じスケジュールが働く。どちらか一方でスケジュールが満たされたのち反応が起こると、刺激は終端リンクに対応したものに変わる。もう一方では変間隔用のタイマーが止まり、刺激は消えてそれ以上の反応はできなくなる（ブラック・アウト）。そして終端リンクではそこで働くスケジュールによって一次強化が与えられる。

スケジュールが満たされたのち反応が起こると、刺激は終端リンク（terminal link；終端リンクとは繋がっている鎖を構成する終わりの環という意味である）に対応したものに変わる。もう一方では変間隔用のタイマーが止まり、刺激は消えてそれ以上の反応はできなくなる（ブラック・アウト）。そして終端リンクではそこで働くスケジュールによって一次強化が与えられる。さらに複雑な

場合には、終端リンクがいくつかの部分 (segment) に分割されて、連鎖になる場合もある。条件性強化の強さは初期リンクでの反応数によって評価される。この方法の優れている点は、終端リンクに進む割合が左右でほぼ同じになることである。このことは初期リンクでの反応数の違いが左右で受けた一次強化数の違いに影響されていないということを保証する。

2-1-2 観察反応

次に観察反応であるが、典型的な場合はその反応によって一次強化の生起条件は変わらないが、いまどの強化条件なのかを特定する刺激（たとえば弁別刺激）を生じる反応として定義される。具体的には、図 13 に示すように、刺激 2 では強化、刺激 3 では消去とする。何もしないときには刺激 1 が提示されていて、これに

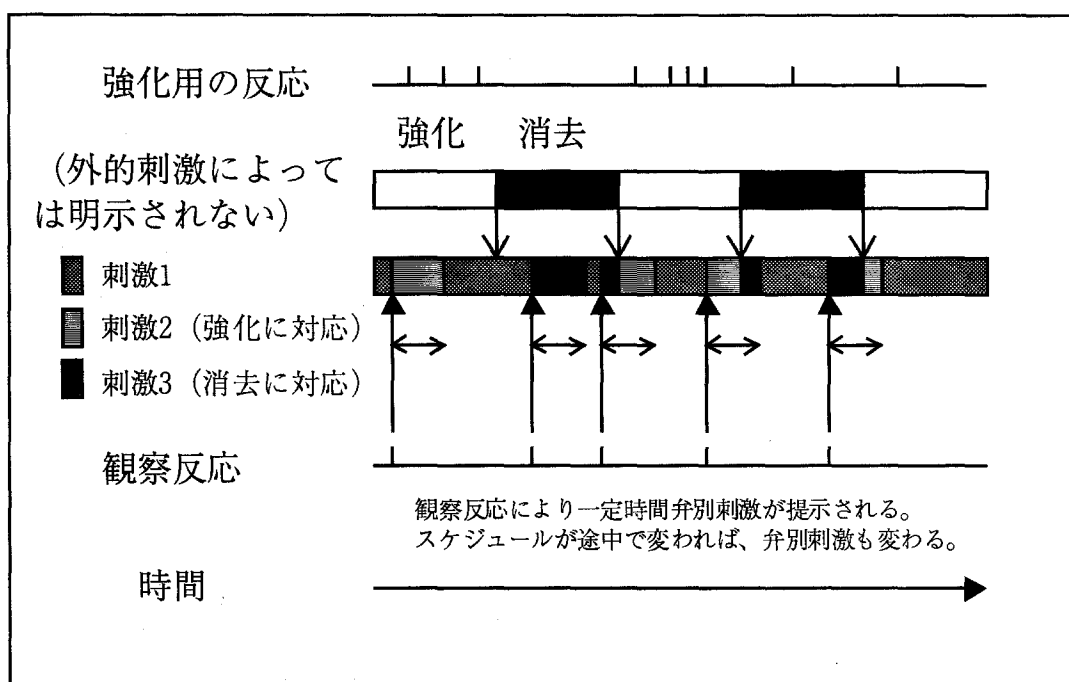


図 13. 観察反応の図式的表現。刺激 2 では強化、刺激 3 では消去とする。何もしないときには刺激 1 が提示されていて、これに対する反応は強化か消去かが半々に起こる。強化を得るのは別のトポグラフィーの反応を通常は観察反応とし、その反応によって強化または消去に対応した弁別刺激である刺激 2 か刺激 3 が提示される。

対する反応は強化か消去かが半々に起こる。強化を得るのとは別のトポグラフィーの反応を通常は観察反応とし、その反応によって強化または消去に対応した弁別刺激が提示される。この方法の特徴は、一次強化の生起条件を変えずに条件性強化刺激の提示効果のみを検出できることである。

したがって、以下の実験においてはこの二つの方法を用いることにする。

2-2 条件性強化の仮説

条件性強化についての仮説にはさまざまなものがあるが、条件性強化自体が一次強化子（あるいは無条件刺激）との条件づけを前提とするから、基本的には一次強化との直接の関連性がその必要十分条件とされる。その中でも代表的な、遅延減少説（delay-reduction hypothesis）と強化密度説（reinforcement-density hypothesis）、および情報仮説（information hypothesis）を取りあげる（Fantino, 1977）。

2-2-1 遅延減少説

遅延減少説とは並列連鎖スケジュール（並列連鎖スケジュール）を例にとると次のようなものである（図 14 参照）。

$$\begin{aligned} \frac{R_L}{R_R + R_L} &= \frac{T - t_{2L}}{(T - t_{2R}) + (T - t_{2L})} & (t_{2L} \langle T, t_{2R} \rangle T) \\ &= 1 & (t_{2L} \langle T, t_{2R} \rangle T) \\ &= 0 & (t_{2L} \rangle T, t_{2R} \langle T) \end{aligned}$$

ここで、 R_R は右の初期リンクでの単位時間あたりの反応率、 R_L は左の初期リンクでの反応率、 T はいずれかの初期リンクの開始から一次強化までの平均の遅延、 t_{2R} は右の終端リンクの開始から一次強化までの遅延、 t_{2L} は左の終端リンクの開始から一次強化までの遅延である。右辺の各項が遅延の減少の程度を表し、その相対的な割合に応じて初期リンクでの相対的な反応率が決まる。

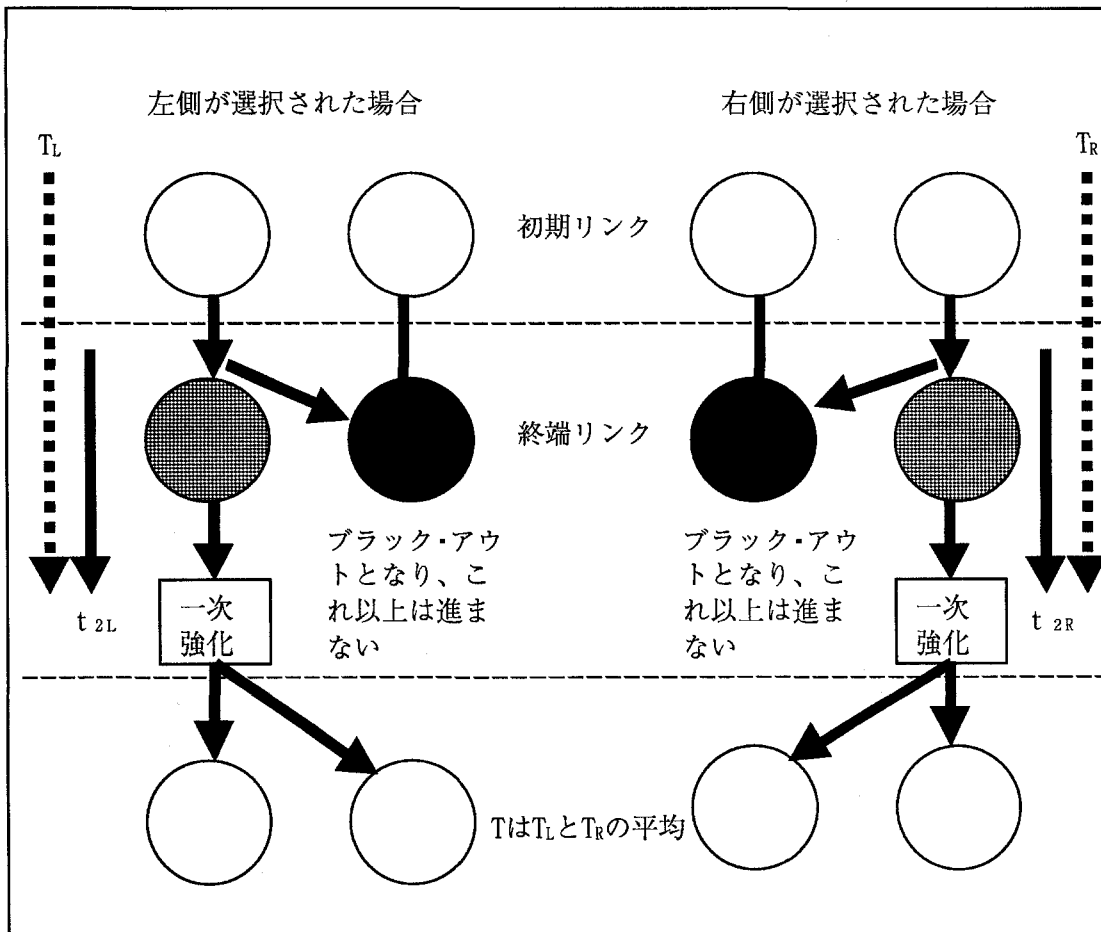


図 14. 遅延減少説の図式的表現。 R_R は右の初期リンクでの単位時間あたりの反応率、 R_L は左の初期リンクでの反応率、 T はいずれかの初期リンクの開始から一次強化までの平均の遅延、 t_{2R} は右の終端リンクの開始から一次強化までの遅延、 t_{2L} は左の終端リンクの開始から一次強化までの遅延である。遅延の減少の程度についての相対的な割合に応じて、初期リンクでの相対的な反応率がきまる。

2-2-2 強化密度説

強化密度説も同じように考えられる。強化遅延説のように定式化されていないが、強化遅延の減少は強化密度の増加を生じるので、それだけ条件性強化は強くなると考えられる。

2-2-3 情報仮説

情報仮説は一次強化についての情報が条件性強化になるとする。したがって、遅延の減少や強化密度の増加のみならず、遅延の増

加や強化密度の減少をもたらす刺激も条件性強化になりうると考える。

2-2-4 三仮説の争点

図 15 に示すように、単純弁別での弁別刺激が条件性強化になる例をとると、情報仮説では、正の弁別刺激は強化があるという情報をもたらすのと同様、負の弁別刺激も強化がないという情報を

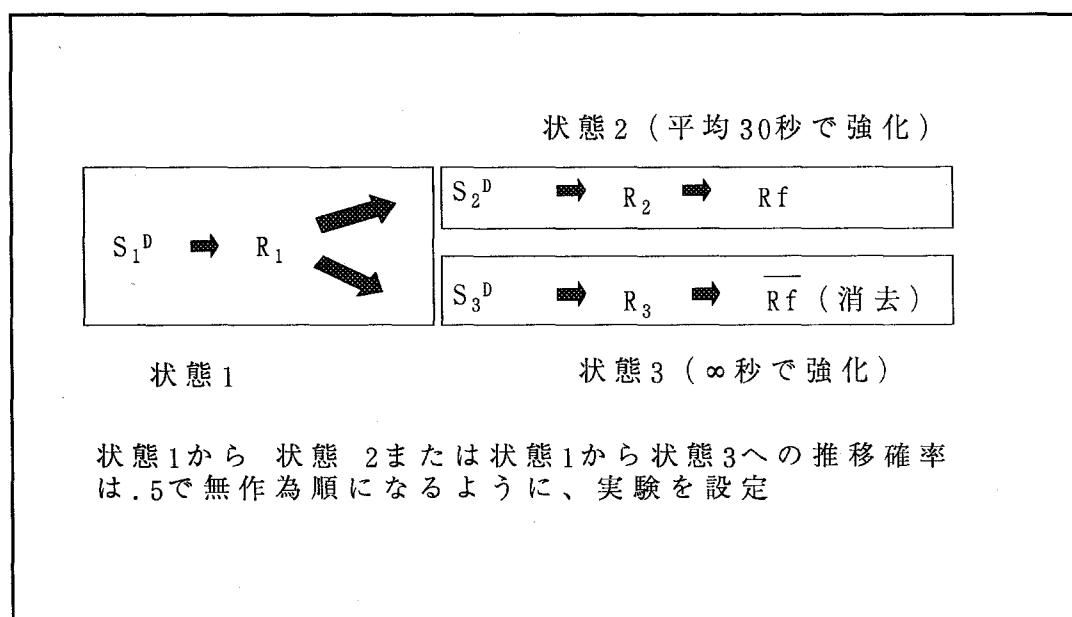


図 15. 単純弁別での弁別刺激が条件性強化になる例。情報仮説では、正の弁別刺激は強化があるという情報をもたらすのと同様、負の弁別刺激も強化がないという情報をもたらすので、正・負両方の弁別刺激が条件性強化の機能を持つと考える。強化密度説では、条件性強化として正の弁別刺激を生じることは秒あたり強化頻度 $\frac{1}{30}$ という情報があたえられ、それがいない場合の S_1^D での一秒あたりの強化頻度の期待値である $\left(\frac{1}{30} + \frac{1}{\infty}\right) \times \frac{1}{2}$ に比べて強化頻度の増加をもたらす。遅延減少説では、正の弁別刺激の提示により強化までの遅延が平均 30 秒という情報が与えられ、それがいない場合の S_1^D での強化までの時間（遅延）の期待値である $(30 + \infty) \times \frac{1}{2}$ に比べて、強化までの遅延が減少する事態をもたらす。両仮説とも正の弁別刺激のみが条件性強化を持ちうるとする。

もたらすので、正・負両方の弁別刺激が条件性強化の機能を持つと考える。これに対し、強化密度説や遅延減少説では次のように考える。たとえば、正の弁別刺激 (S_2^D) 提示時には平均 30 秒ごとに強化が与えられ、負の弁別刺激 (S_3^D) 提示時には消去 (平均 ∞ 秒で強化を与える) とする。正負いずれの弁別刺激も .5 の確率で提示されるとすると、強化密度説では、条件性強化として正の弁別刺激を生じることは秒あたり強化頻度 $\frac{1}{30}$ という情報が与えられ、それがない場合の S_1^D での一秒あたりの強化頻度の期待値である $\left(\frac{1}{30} + \frac{1}{\infty}\right) \times \frac{1}{2}$ に比べて強化頻度の増加をもたらす。遅延減少説では、正の弁別刺激の提示により強化までの遅延が平均 30 秒という情報が与えられ、それがない場合の S_1^D での強化までの時間 (遅延) の期待値である $(30 + \infty) \times \frac{1}{2}$ に比べて、強化までの遅延が減少する事態をもたらす。両仮説とも正の弁別刺激のみが条件性強化を持ちうるとする。情報仮説と強化頻度説・遅延減少説を判別するために、負の弁別刺激が条件性強化力を持つかが実験的に検討され、現時点では否定的結果が得られている。

しかし、負の弁別刺激には嫌悪性があるので、これが負の弁別刺激の持つ情報にもとづく条件性強化を覆い隠した可能性がある。これを避けるためには中性的で嫌悪性がなく、かつ情報をもたらす状況を設定する必要がある。

二過程説を離れるならば、図 16 に示すように、刺激 A - X と刺激 B - Y は正だが刺激 A - Y と刺激 B - X は負である条件性弁別では、条件性弁別刺激 A または B は刺激 X または Y と強化との関係についての情報をもたらすが、直接強化についての情報はもたらさず、正負いずれの弁別刺激でもない。したがって、条件性弁別は、上記の条件を満たすものであると考えられる。

以上の考察から、ここでは、一次強化との直接的な関連のみを前提とする遅延減少説や強化密度説に対して批判的検討を行い、情報仮説を拡大して、強化についての直接の情報のみならず、一次強化を含む高次の情報も条件性強化として機能すると考える。それを具体化するものとして条件性弁別を設定し、遅延の増減もなく、強化密度の増減ももたらさないが、条件性の情報をもたらすがゆえに条件性強化となることを示す (Ohta, 1987, 1988)。そして、条件性強化において単に一次強化についての直接の情報のみならず、条件性弁別刺激によってもたらされる条件性の高次の情報が重要であることを論じる。

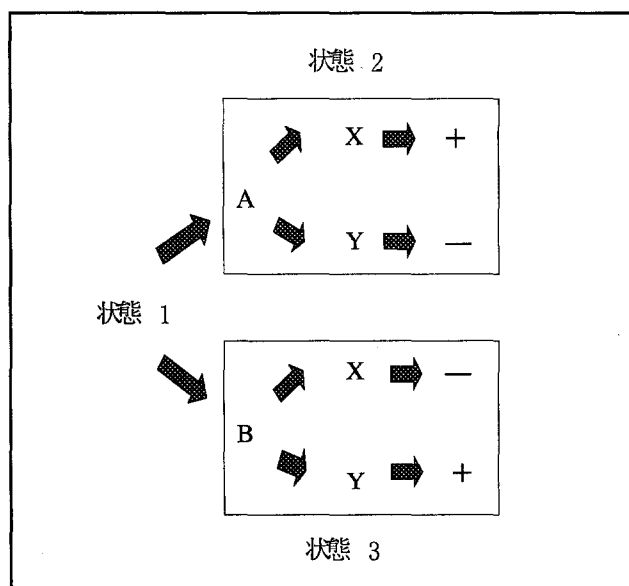


図 16. 条件性弁別の図式的説明。刺激A-Xと刺激B-Yは正だが刺激A-Yと刺激B-Xは負である条件性弁別では、条件性弁別刺激AまたはBは刺激XまたはYと強化との関係についての情報をもたらすが、直接強化についての情報はもたらさず、正負いずれの弁別刺激でもない。

2-3 並列連鎖スケジュールを用いた条件性弁別刺激による条件性強化

刺激は別の強化刺激との関連を持つことにより、条件性強化として機能しうる。そしてどのような状況で条件性強化が成立するのかが検討されてきた (たとえば、Fantino, 1977; Kelleher, 1966)。Lieberman (1972) はサル (rhesus monkey) が正の弁別刺激のみ

よりも正・負両方の弁別刺激を生じる場合において観察反応をよく行うことを見いだした。Schrier, Thompson, and Spector (1980) は、サル (stamptailed monkey) が正の弁別刺激を生じる場合と同じ程度の頻度で負の弁別刺激に対して観察反応を行うことを示した。これらの事実は結果についての不確定性の減少または結果についての情報が条件性強化の必要条件であるという情報仮説を支持するものと思われる (Berlyne, 1957, 1960; Bloomfield, 1972; Hendry, 1969)。そして、その考えでは正の弁別刺激同様、負の弁別刺激も実質的に条件性強化子として機能するとされる。

Dinsmoor, Browne, and Lawrence (1972) はハトの観察反応が負の弁別刺激しか生じないときには消失することを示した。またその他の実験においても負の弁別刺激の提示だけでは観察反応を強化しないことが示されている (たとえば、Blanchard, 1975; Dinsmoor, Browne, Lawrence, & Wasserman, 1971; Dinsmoor, Flint, Smith, & Viemeister, 1969; Jenkins & Boakes, 1973; Kendall, 1973; Mulvaney, Dinsmoor, Jwaideh, & Hughes, 1974; Preston, 1985)。

正の弁別刺激を生じることはそれが無い場合に比べて強化頻度の増加をもたらすが、負の弁別刺激を生じることは強化頻度の減少をもたらす。したがって条件性強化の強さを規定する要因としては、各々の刺激のもとで与えられる一次強化の頻度が重要である。この説は強化密度説と呼ばれている (Fantino, 1977)。正の弁別刺激の提示はそれが無い場合に比べて一次強化子までの遅延が減少する事態をもたらす。Fantino (1977) はこの説を遅延減少説と名付けた。強化密度説も遅延減少説もともに正の弁別刺激のみが条件性強化として働くと主張する。情報仮説と強化密度説・遅延減少説を区別するために、これまでの実験では観察反応や並列連鎖の手続きを用いて負の弁別刺激が条件性強化子として機能するかを検討してきた (Dinsmoor, 1983; Fantino, 1977)。正の弁

別刺激あるいは正・負両方の弁別刺激が条件性強化として機能しようとも、この二つの手続きを用いたこれまでの条件性強化の研究は、弁別刺激が結果と直接関連しているという暗黙の前提にもとづいている。

しかし、これ以外の手続きも条件性強化を研究するために可能であり、条件性強化のための必要条件を拡大したり、負の弁別刺激が条件性強化を維持するかを検討したりするのに役立つと思われる。たとえば、ある刺激は結果と間接的に関連することもありうるし、そのことによって条件性強化になるかもしれない。本実験においては、刺激が条件的に強化の有無と関連するような条件性弁別での条件性弁別刺激が条件性強化の特性を持ちうるのかを検討した。

典型的な条件性弁別では、結果は二組の刺激（たとえば、刺激 A と B および刺激 X と Y）の組合せに依存する。例をあげると、刺激 A - X と刺激 B - Y は正だが、刺激 A - Y と刺激 B - X は負といったぐあいである。各々の刺激一つ一つについて独立にみた場合には、強化の確率は .5 である。したがって、反応によって刺激 A または B が提示されても、それらがいない場合に比べて強化確率は増加しない。しかし、刺激 X または Y の弁別刺激としての機能は刺激 A または B に条件的に依存しているので、反応によって条件性弁別刺激 A または B が提示されると、刺激 X または Y と結果との関係についての条件性の情報がもたらされることになる。

本実験では並列連鎖スケジュールを用いる。このスケジュールでは第一段階の並列スケジュールがいわば選択事態になっており、ハトはキーつつき反応によって選択肢を選ぶことができる。いずれの選択肢を選んでも、同じ条件性弁別の事態になる。条件性弁別刺激が条件性強化の性質をもつかは、二つの選択肢での条件性弁別刺激 A または B の提示が時間的に早いか遅いか（5 秒後か 35 秒後か）によって検証した。もし、これらの条件性弁別刺激が刺

激 X または Y と結果との関係についての不確定性を減少することによって条件性強化の性質をもつとすれば、条件性弁別刺激 A または B がより早く提示される選択肢の方がより好まれると予想される。

2-3-1 方法

被験体 実験歴のないハト、2羽（被験体 1、被験体 2）を用いた。体重は基準時の 80% に統制した。水、グリットはホーム・ケージで自由に与えた。

装置 防音仕様のオペラント条件づけ装置（37×30×30cm）を用いた。3 個の透明な反応キーが 8cm 間隔で、床上 23cm の高さに取り付けられていた。中央のキーは用いなかった。各キーでの反応が入力されるためには、0.15N の力が必要であった。キーつつき反応によってマイクロ・スイッチから聴覚的なフィード・バックが与えられた。キーにはプロジェクター（I.E.E. 10-0052）によって白、緑、青、赤、3 本の白色垂直線、3 本の白色水平線が提示された。中央キーの下にはソレノイドにより駆動する給餌器が取り付けられ、それによりエサが 5 秒間提示された。装置内照明は一切用いなかった。白色雑音が常に提示されていた。別室に設置されたユニテック UP8 マイクロ・コンピュータが実験をコントロールし、データの収集を行った。

手続き 自動反応形成（autoshaping）によって、白色に照らされた二つの反応キーをつつくように訓練した。キーつつき反応が確実になされるようになると、以下の強化スケジュールによって最終段階まで訓練していった。被験体 1 はセッションごと交互に左右一方だけで訓練していった。被験体 2 は両方のキーを同時に用いて訓練していった。

第一段階：白色キーへの反応に対する強化を連続強化から変間隔 30 秒へと延ばしていった。

第二段階：白色キーへの反応に対し、強化の代わりにのちの条件性弁別で正刺激となる線分と色の複合刺激を提示し、このときには定間隔（fixed interval）5秒で強化した。すなわち、連鎖 変間隔 30 秒 定間隔 5 秒である。初めの変間隔 30 秒を初期リンク、後の定間隔 5 秒を終端リンクと言う。複合刺激は色刺激を地、線分刺激を図とする形で提示した。

第三段階：終端リンクでの正の複合刺激の半分を徐々に負の複合刺激に置き換えていった。

第四段階：終端リンクをさらに二つのリンクから成り立つ連鎖にした。その初めの部分は後で提示される複合刺激の色だけを提示した。その提示時間は徐々に 20 秒まで延ばし、ここでの反応とは無関係に複合刺激は提示される（定時間(fixed time)20 秒）。

第五段階：緑の提示が初期リンク後に挿入され、終端リンクは定時間 20 秒 定時間 20 秒 定間隔 5 秒とした。

最終的な並列連鎖スケジュールが図 17 に示してある。被験体 1 にはこの時初めて両方のキーで訓練を行った。両被験体ともこの時点から非重複型の継時的条件性弁別とし、色刺激と線分刺激を分離して、色刺激消失後提示した。統制条件と実験条件の二つを図 17 の左右に示し、以下にその説明を行う。

統制条件

初期リンクでは、白色を提示した。終端リンクへ進むのは、二つの独立な変間隔 30 秒スケジュールによりコントロールした（並列 変間隔 30 秒 変間隔 30 秒）。どちらかの変間隔スケジュールにより終端リンクへ進むのが可能になった場合、その変間隔をコントロールしているタイマーは止まるが、もう一方の変間隔をコントロールしているタイマーは動き続ける。終端リンクへ進むのが可能になったキーをつつくと、第 2 リンクの緑が提示され、両方のタイマーが止まり、もう一方のキーの照明は消える。

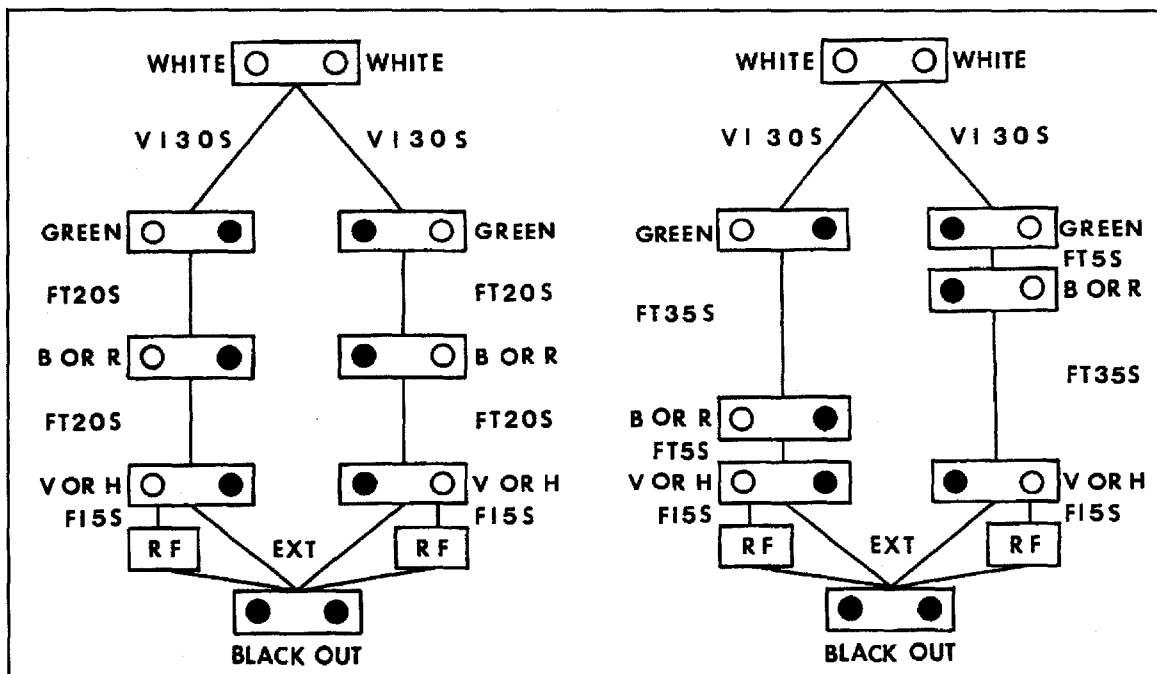


図 17. 条件性弁別刺激が条件性強化になることを検証した、並列連鎖スケジュールの図式的表示。図の右半分は実験条件を示し、左半分は統制条件を示す。Bは青、Rは赤、Vは垂直線、Hは水平線の略号である。(Ohta,1987 より引用)

20 秒後に反応とは独立に（定時間 20 秒）、緑から青または赤に変わる。さらに 20 秒後に（定時間 20 秒）、青または赤から垂直線または水平線に変わる。被験体 1 における最終リンクでの刺激—強化の条件は次の通り。青—水平線、赤—垂直線のときは定間隔 5 秒で強化し（5 秒間のエサの提示）、試行は終わる。赤—水平線、青—垂直線のときは 5 秒後に反応とは独立に 5 秒間のブラック・アウトが起こる。ただし、この負の弁別刺激のときには、5 秒間無反応になるまで、反応するたび線分刺激の提示終了は延期するリセット随伴性（RESET CONTINGENCY）を設定した。被験体 2 の刺激—強化条件は逆である。赤—水平線、青—垂直線では強化されるが、青—水平線、赤—垂直線ではブラック・アウトである。

実験条件

初期リンクのスケジュールは統制条件と同じである。両被験体とも統制条件で左への位置偏好を示したため、青または赤を先に提示するのは右側とした。キーつつき反応によって右側で第 2 リンクに進むと、キーは緑となり、左側のキーは消える。5 秒後に緑から青または赤に変わる。それから 35 秒後に青または赤が消えて、水平線または垂直線に変わる。キーつつき反応によって左側で第 2 リンクに進むと、キーは緑となり、右側のキーは消える。35 秒後に緑から青または赤に変わる。それから 5 秒後に青または赤が消えて、水平線または垂直線に変わる。終端リンクへ進んだのが右側であろうが左側であろうが、最終リンクのスケジュールは統制条件と同じである。線分刺激が正の場合には定間隔 5 秒で強化されるが、線分刺激が負の場合には反応と独立にブラック・アウトとなる。ただし、この負の線分刺激の場合は、統制条件の所で述べたりセット随伴性は有効であった。

いずれの条件においても、各試行間には 5 秒のブラック・アウトがあった。もしも試行が非強化で終わった場合には、合計 10 秒のブラック・アウトとなる。1 日 1 セッション行い、1 セッションの長さは 50 試行か 90 分のどちらか早い方で、1 週間に 6 または 7 セッション行った。条件の実施順序は、統制条件 1、実験条件、統制条件 2 であった。統制条件 1 と統制条件 2 は同じである。

各条件は次の安定基準が満たされるまで続けた。(a) 最低 14 セッション行うこと。(b) 最後の 5 セッションにおいて、最高および最低の相対反応率（実験条件で青または赤がより早く提示される選択肢における初期リンクでの反応率を両方の選択肢における初期リンクでの反応率の合計で割ったもの）の差が.05 を越えていないこと。(c) この 5 セッションにおいて、全体の弁別比（二種類の負刺激での反応率の合計をすべての正・負刺激での反応率の総計で割ったもの）がいずれの側においても.20 以下であること。

そしてさらに水平線または垂直線で終わる試行について別々に求めた弁別比が.25 を越えないこと（これについては Honig & Wasserman, 1981 を参照のこと）。統制条件 1、実験条件、統制条件 2 でのセッション数は、被験体 1 では 24、27、29、被験体 2 では 20、33、71 であった。

2-3-2 結果

結果は図 18 と表 2 に要約してある。母集団についての特定の分布を仮定しないので、ノンパラメトリックの統計的検定を用いた（Kruskal-Wallis の一要因分散分析と Mann-Whitney の U-テスト；Siegel, 1956 を参照）。統制条件 1 では被験体 1 は左側のキーに対して強い位置偏好を示したが、被験体 2 では軽かった。右キーでの相対反応率は色刺激提示までの遅延の操作に対応した変化を示した（被験体 1 では $H=12.5$, $p<.009$ 、被験体 2 では $H=12.5$, $p<.009$ ）。統制条件 1 から実験条件へ移ると、右キーでの相対反応率は被験体 1 では.15 から.40 へと増加し（ $U=0$, $p<.004$ ）、被

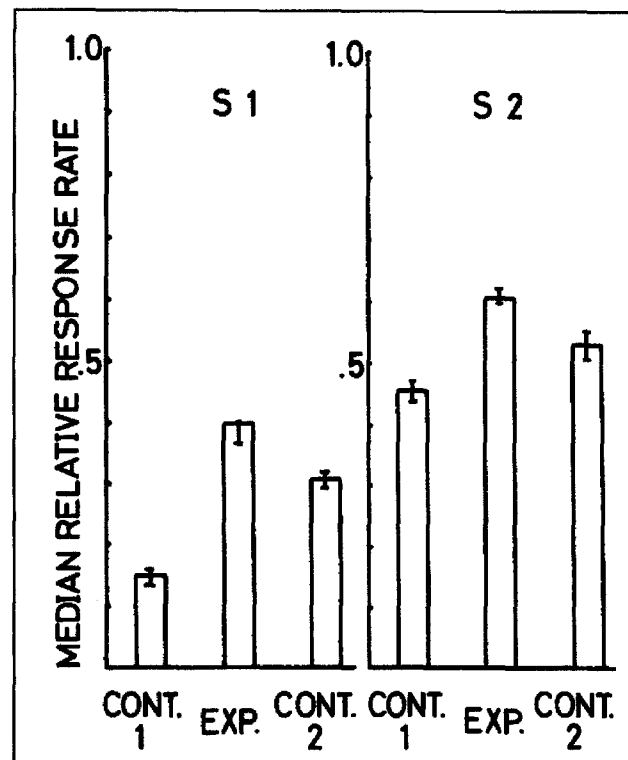


図 18. 実験条件で青または赤がより早く提示される選択肢に対する相対反応率を各条件ごとに示したもの。図の左半分は被験体 1 の結果を示したもので、右半分は被験体 2 について示したもの。それぞれの部分での棒グラフのまん中は実験条件（Exp.）を、その両側は統制条件（Cond.）を表す。グラフ上の縦線は各条件での最後の 5 セッションにおけるレンジを表す。（Ohta, 1988 より引用）

験体 2 では.46 から.61 へと増加した ($U=0, p<.004$)。実験条件から統制条件 2 へと戻すと、被験体 1 では.40 から.32 へと減少し ($U=0, p<.004$)、被験体 2 では.61 から.53 へと減少した ($U=0, p<.004$)。

どの条件よりも統制条件 1 において左側で終端リンクに進んだ割合が高い (被験体 1 では $H' = 9.37, p<.009$; 統制条件 1—実験条件では $U=0, p<.004$; 統制条件 1—統制条件 2 では $U=0, p<.004$; 被験体 2 では $H' = 5.93, p<.049$; 統制条件 1—実験条件では $U=2, p<.06$; 統制条件 1—統制条件 2 では $U=4, p<.048$)。統

表 2. 各被験体ごとの刺激と強化条件。B、R、V、Hはそれぞれ青、赤、垂直線、水平線の略号である。結果 (Outcomes) の+または-はそれぞれのタイプの試行が強化か非強化で終わるのかに対応する。(Ohta,1988 より引用)

Subject	Condition	Session	Initial link response rate (per second)		Terminal link entry proportion for right
			Left	Right	
S1	Control 1	1	.65	.12	.40
		2	.72	.11	.40
		3	.67	.11	.42
		4	.62	.12	.40
		5	.61	.09	.44
	Experimental	1	.39	.22	.46
		2	.36	.20	.50
		3	.34	.22	.50
		4	.37	.25	.54
		5	.34	.23	.54
	Control 2	1	.35	.16	.54
		2	.31	.15	.52
		3	.45	.18	.46
		4	.40	.18	.48
		5	.39	.18	.46
S2	Control 1	1	.13	.11	.50
		2	.16	.14	.42
		3	.19	.15	.44
		4	.14	.12	.44
		5	.10	.09	.46
	Experimental	1	.05	.08	.62
		2	.07	.10	.54
		3	.07	.11	.48
		4	.14	.21	.52
		5	.11	.16	.48
	Control 2	1	.07	.08	.48
		2	.06	.06	.50
		3	.06	.06	.50
		4	.05	.05	.46
		5	.06	.06	.50

制条件 1 から実験条件へ移ると選択が変化した、これは終端リンクへ進む割合の左右差とそれにより生じる左右で得た強化頻度の相違により生じている可能性がある。右キーへ進んだ割合は実験条件と統制条件 2 では差がなかった(被験体 1 では $U=9$, $p>.10$; 被験体 2 では $U=7$, $p>.10$)。しかし、実験条件から統制条件 2 へ移ると、強化頻度は変わらなかったのに選択は変化した。このことは実験条件と統制条件間での選択の変化はもっぱら二条件間の強化頻度の差だけで生じているという可能性を排除する。

被験体 1 の左への位置偏好は実験中続き、相対反応率は実験条件でも .5 を越えることはなかった。被験体 2 は各統制条件で軽い位置偏好を示したが、実験条件での相対反応率は .5 を越えていた。したがって、位置偏好の強弱にも関わらず、色の条件性弁別刺激

表 2. 続き (Ohta,1988 より引用)

Last Link (FI 5-s) Response Rate (per second)							
Left				Right			
(B-H)	(R-V)	(B-V)	(R-H)	(B-H)	(R-V)	(B-V)	(R-H)
0.952	0.424	0	0	0.679	0.290	0.065	0
0.814	0.390	0.096	0.195	0.453	0.553	0	0.040
1.278	0.582	0	0.082	0.796	0.657	0	0.106
1.286	0.631	0.016	0.082	0.692	0.677	0	0.034
1.213	0.803	0	0.229	0.618	0.459	0	0
1.379	0.294	0	0.089	0.541	0.432	0.104	0.065
1.584	0.438	0	0.111	0.574	0.494	0	0.028
1.275	0.405	0.122	0.034	0.636	0.518	0.024	0
1.371	0.319	0.027	0.022	0.505	0.603	0.044	0
1.018	0.157	0.041	0.128	0.591	0.395	0	0
1.949	0.300	0	0	0.631	0.627	0.153	0
2.329	0.355	0.027	0	0.955	0.512	0.018	0.047
2.531	0.313	0	0	0.508	0.334	0	0
2.470	0.218	0	0.028	0.728	0.349	0.098	0
2.392	0.128	0	0	0.712	0.640	0	0.061
0	0	1.530	1.563	0	0.240	1.786	0.890
0	0.245	1.956	1.371	0	0	1.814	0.506
0	0	1.635	2.037	0	0	1.706	0.939
0.268	0	1.414	1.552	0	0	1.543	0.697
0	0.018	2.245	2.067	0	0	2.294	0.837
0	0	1.186	1.396	0.220	0.084	2.072	1.217
0	0	0.884	0.654	0.097	0.200	1.877	1.068
0	0	0.722	0.916	0	0	2.070	1.080
0.165	0	0.890	0.736	0.132	0	1.858	0.456
0	0	1.365	0.253	0.125	0	1.964	1.064
0	0	0.267	0.402	0	0	1.612	0.556
0	0	0.540	0.629	0	0	1.700	0.778
0	0	0.352	0.452	0	0	1.857	0.644
0	0	0.772	0.836	0.053	0	1.202	0.756
0	0	0.446	1.355	0	0.155	1.488	0.841

への遅延の操作は、初期リンクでの選択に実質的な影響を及ぼした。

最終リンクでの反応率が表 2 の第 4 列目から第 11 列目まで示してある。反応のまったくない負試行の割合が高いことは、被験体が条件性弁別の関連性によらずに、単に時間を手掛かりとして分化的反応を行っていた可能性がある。今回の手続きでは、5 秒間無反応であれば負試行では自動的に終了し、正試行では終わらない。正試行では定間隔 5 秒になっているため、被験体は 5 秒間無反応で待っていて、線分刺激が消えなければこの試行は反応が強化されることを知ることができる。もしこのストラテジーで行動していたとすれば、被験体は約 5 秒間に 1 回しか反応しなかったはずである。すなわち、正試行での反応率はおよそ 0.2 かそれ以下のはずである。3 例以外はすべて反応率は十分それ以上に高いので、時間にもとづいて分化的に反応していたことはありえない。正試行での高い反応率と負試行での低い反応率は条件性弁別の関連性が行動を統制していたことを裏付けるものである。

2-3-3 議論

いずれの被験体でも、相対反応率でみた場合、並列連鎖スケジュールの終端リンクでの条件性弁別における強化力は、青または赤提示までの遅延を減らすことによって増加した。統制条件 1 での位置偏好のある側とは逆の右側で青または赤の提示を早くしたにも関わらず、相対反応率は青または赤提示までの遅延の関数として増加し、終端リンクへ進んだ割合に依存してはいなかった。

選択が変化した程度は統制条件 1 から実験条件への方が実験条件から統制条件 2 へよりも大きかった。この非対称性は初めの条件変化の方が二度目の条件変化よりも終端リンクへ進む割合の差が大きかったためかもしれないし、あるいはまた実験条件での偏好が統制条件 2 に持ち越す履歴現象 (hysteresis) (Baum, 1974) のせいかもしれない。もっともこの履歴現象は並列の方が持つ感

受性の低さによっているのかもしれないし (Davison & Hunter, 1979; Keller & Gollub, 1977)、実験条件を経験したことから生じたバイアスかもしれない (deVilliers, 1977)。本実験にはこの点について決定しうるデータはない。

青または赤への遅延が短い方の選択肢は情報をより早く提供していると考えられよう。しかし条件性ということを抜きにして考えた場合、その選択肢では終端リンクでの連鎖 定時間 定時間 定時間 定時間 スケジュールでの 2 番目の定時間リンクへより早く進むことができるし、青または赤の刺激自体の提示をより早くすることもできる。このことから二つの説明が考えられよう。第一に Fantino (1984) によれば、「一次強化との連合の時間的側面とは無関係に、順序がより後のリンクは強化力が強いので、このより早い条件性強化が選択を維持している可能性がある。」第二に、Kish (1966) の感覚性強化の観点からすれば、青または赤を初期リンクとより時間的に接近して提示することにより、単なる刺激変化にもとづく感覚性強化力を増加させているかもしれない。これらの説明を考察するためには、これまでの実験データから、条件性の弁別機能のない刺激で、順序の後のリンクになっているものをより早く提示する効果を検討することが役に立つ。

Duncan and Fantino (1972) と Fantino (1983) は終端リンクの長さが同じであれば、単純な定間隔 $2X$ 秒の方が連鎖 定間隔 X 秒 定間隔 X 秒より選択されるし、連鎖 定間隔 $3X$ 秒 定間隔 $3X$ 秒の方が連鎖 定間隔 $2X$ 秒 定間隔 $2X$ 秒 定間隔 $2X$ 秒より選択されることを示した。Leung and Winton (1986) も、外的刺激によりスケジュールが区別されない直列 (tandem) 定間隔 X 秒 定時間 5 秒よりも、刺激によりスケジュールが区別される連鎖 定間隔 X 秒 定時間 5 秒の方が選択されることを示した。外的刺激による分割数の少ない終端リンクの方が選択されるということは、後のリンクがより早く提示されることが効果的であることを示唆する。

というのは、順序がより後のリンクほど一次強化により接近しているのも、より強い予言力をもっているからである (Fantino, 1977)。しかし、Schneider (1972, 実験 3) は連鎖 定間隔 38 秒 定間隔 2 秒よりも連鎖 定間隔 20 秒 定間隔 20 秒の方がよりよく選択されることはないことを示した。終端リンクが連鎖 定間隔 定間隔である点が本実験と異なるが、終端リンクの長さが同じで分割数も同じであれば、3 番目のリンクがより早く提示されるということや感覚性強化によって選択が決まるということはないことを Schneider (1972) の実験は示唆するものと思われる。もしも終端リンクの長さが同じであれば、むしろ重要な要因は終端リンクで異なった刺激により分割されているリンクの数であると思われる。

本実験での終端リンクのスケジュールは定時間であり、Schneider (1972) の実験 3 での定間隔とは異なるので、本実験とは直接関係のないことかもしれない。しかし、Wallace (1973, Fantino and Logan, 1979 の 235 ページから 237 ページに引用) は、終端リンクが定間隔スケジュールよりも定時間スケジュールである場合の方が、選択に及ぼすリンクの数の効果ははるかに小さいことを示した。したがって、Wallace の実験結果は、本実験での終端リンクの長さは同じであり (45 秒)、二つの定時間スケジュールを含む同じ数の連鎖に分割されているので、青または赤により示される 2 番目の定時間スケジュールに単に早く進むことによって選択が規定されているとしても、その影響はほとんどなく、むしろ青または赤の条件性弁別刺激としての機能によって選択が規定されていることを示唆する。さらに条件性弁別刺激の機能がなく、青または赤が単により早く提示されるだけでは選択が規定されないようなので、感覚性強化による説明も当てはまらないように思われる。

もしも遅延減少説によって順序が後のリンクが早く提示される方への選択を説明しようとするれば、次の二つの可能性を考えなければならないだろう。(a) 遅延の長い青または赤の刺激は、遅延の短い青または赤の刺激よりも強化までの時間の減少がより大きいことを予言する。(b) 遅延の短い青または赤の刺激は、遅延の長い青または赤の刺激よりも、初めの並列 変間隔 変間隔スケジュールでの反応に対して、より強い条件性強化になっている。実験条件では遅延減少による条件性強化と条件性強化の遅延との間でトレード・オフ (trade off) があり、どちらの方向で選択が生じるかは明かではない。つまり結果から初めて説明ができるのであって、事前に予想はできない。遅延減少説では（そしておそらく強化密度説も同じであろうが）少し工夫をすることによって、本実験の結果を順序が後のリンクがより早く提示されたことによるものとして説明できる。たとえば一例として次のように考えることもできよう。青または赤の提示の遅い側はより大きな遅延の減少が生じるので、提示の遅い側より強い条件性強化力を持つ。しかし、提示の遅い側ではこの条件性強化への遅延も大きいので、強化力の減少も提示の遅い側よりも大きい。そして、本実験の実験条件で用いた実験パラメータにおいては、遅延の遅い側でのより強い条件性強化の遅延による減少の程度が、遅延の短い側でのより弱い条件性強化の遅延が減少する程度よりも大きいとすれば、青または赤の提示の早い方への選択は説明できることになる。

一方、情報仮説では線分刺激と反応—強化の関係についての不確定性の減少がより早いために、色の条件性弁別刺激への遅延が短い方への選択が生じるということを、事前に予測することが可能である。この点において、今回の実験パラダイムにおいては情報仮説の方が、遅延減少説よりもより高い有効性をもっているといえるかもしれない。

条件性強化についての必要十分条件を検討したこれまでの実験では、単純弁別課題での負の弁別刺激が条件性強化になりうるかを問題にしてきた (Dinsmoor, 1983; Fantino, 1977 を参照)。そのような実験結果からは負の弁別刺激が条件性強化になる可能性は少なくともハトではないと思われる。目下の所は、単純弁別課題で研究された条件性強化については遅延減少説や強化密度説の方が有力である。情報仮説はそのままでは十分な説明ができず、なんらかの改良が必要である。たとえば、Schaub (1969) は連合的要因と情動的要因の加算モデルを提唱しているし、Kileen (1982, 225 ページ) は情動的要因を含む積モデルを提唱している。事実、負の弁別刺激は負の強化や罰として働くことは実証されている (Blanchard, 1975; Mulvaney et al, 1974; Terrace, 1971)。もしも情報仮説が妥当なものだとすれば、負の弁別刺激の情報による条件性強化力はそれ自身の嫌悪性により覆い隠されているのかもしれない。この嫌悪性は弁別刺激が強化の欠如と直接関連していることから生じている。本実験での青や赤のような条件性弁別刺激は、ポジティブでもなければネガティブでもなく、中性的である。なぜなら、これらの刺激は反応—強化の結果と正または負の直接的な関連をもっていないからである。しかしこれらはもう一組の垂直線または水平線の条件性弁別刺激と反応—強化の関係についての情報を与える。したがって、条件性弁別の手続きは嫌悪性の可能性を問題とすることなく、条件性強化についての不確定性減少説を検証するのに有効であると思われる。また、この手続きは条件性強化の必要条件を弁別刺激と反応—強化の直接関係から弁別刺激と反応—強化を含むより高次なものに広げて行くものである。

2-4 観察反応を用いた条件性弁別刺激による条件性強化

先にも述べたように、Fantino (1977) によれば条件性強化については情報仮説、遅延減少説、強化密度説の三つの説明が有力である。情報仮説では条件性強化は一次強化子についての情報に依存するとされる。遅延減少説では条件性強化の強さは、それが提示されることにより生じる一次強化までの遅延の減少する割合の関数とされる。強化密度説では条件性強化子提示時の一次強化の率が重要な変数とされる。情報仮説では、強化の有無、強化遅延の長短、強化頻度の多少の両方に関連する刺激が、条件性強化になるとする。後の二つの仮説では、より好ましい結果（強化あり、強化遅延が短い、強化頻度が多い）と直接の関係を持つ刺激のみが条件性強化の機能を持つと仮定される。Egger and Miller (1962) が条件性強化における情報の役割を示唆して以来、その一般性が実験的に検討されてきた (Fantino, 1977 の評論を参照)。情報仮説を他の二つと区別する一般的な方法は、負の弁別刺激 (S^{Δ} または S^{-}) が条件性強化として機能するかどうかを検討することである (たとえば、Lieberman, 1972; Preston, 1985)。残念ながらこれらの結果からは、負の弁別刺激が間違いなく条件性強化となるとは結論づけられない。

仮に情報仮説が妥当なものだとするならば、負の弁別刺激が条件性強化とならなかったのは、負の弁別刺激の嫌悪性が負の情報による強化力よりも優勢なためだったのかもしれない。たとえば、Terrace (1971) は負の弁別刺激を取り除くことが逃避反応に対して負の強化となることから、負の弁別刺激の嫌悪性を示した。Terrace (1971) は白の水平線と垂直線の弁別を訓練し、弁別学習に際しエラーをした被験体は別のキーをつついて負の弁別刺激を 5 秒間消すことによって、負の弁別刺激から逃避することを示した。また、正の弁別刺激を 5 秒間消すことによって、別のキーに対

するキーつつき反応は維持されないことも示した。

このような嫌悪性を避ける方法の一つは、強化・非強化とは直接関連しないが、これらの結果についての情報を与える状況を設定することである。特に注目すべきことは、条件性強化刺激がより好ましい結果と関連していなければ、遅延減少説も強化密度説も適用できないということである。本実験では先ほどの実験と同様に上記の要請を満たすものとして、条件性弁別の手続きを用いる。

条件性弁別刺激によってもたらされる情報によって生じる条件性強化を検証するために、Wilton and Clements (1971) に準じた観察反応 (Wyckoff, 1969) の手続きを用いた。Wilton and Clements (1971) は、各試行が試行間間隔によって区切られる、ディスクリート試行による観察反応の手続きを設定した。試行はキーつつき反应用のキーに白色光を提示することで始まった。15秒後に起こった最初の観察反応により（定間隔 15 秒）、キーの色は白から弁別刺激の赤または緑に変わり、そのまま試行の終わりまで提示された。これらの色に対応して、試行開始 55 秒後に反応とは独立に強化または非強化が起こった。そして試行が終わると、キーには次の試行が始まるまで何も提示されなかった。もし弁別刺激が観察されなくても、強化・非強化の結果だけは観察された時と同じように起こったので、観察反応によって試行の結果そのものが変わるということはない。

本実験では、このディスクリート試行による観察反応の手続きを条件性弁別の状況に適用した（図 19 参照）。普通、観察反応は弁別刺激を生じるオペラントと定義されるが、ここではあるクラスの条件性弁別刺激である A と B を生じるものとする。最初、条件性弁別刺激はまったく提示されない。観察反応がなされた場合には、A または B だけが試行の終わりまで提示される。その時にはもうひとつのクラスの条件性弁別刺激である X または Y は提示

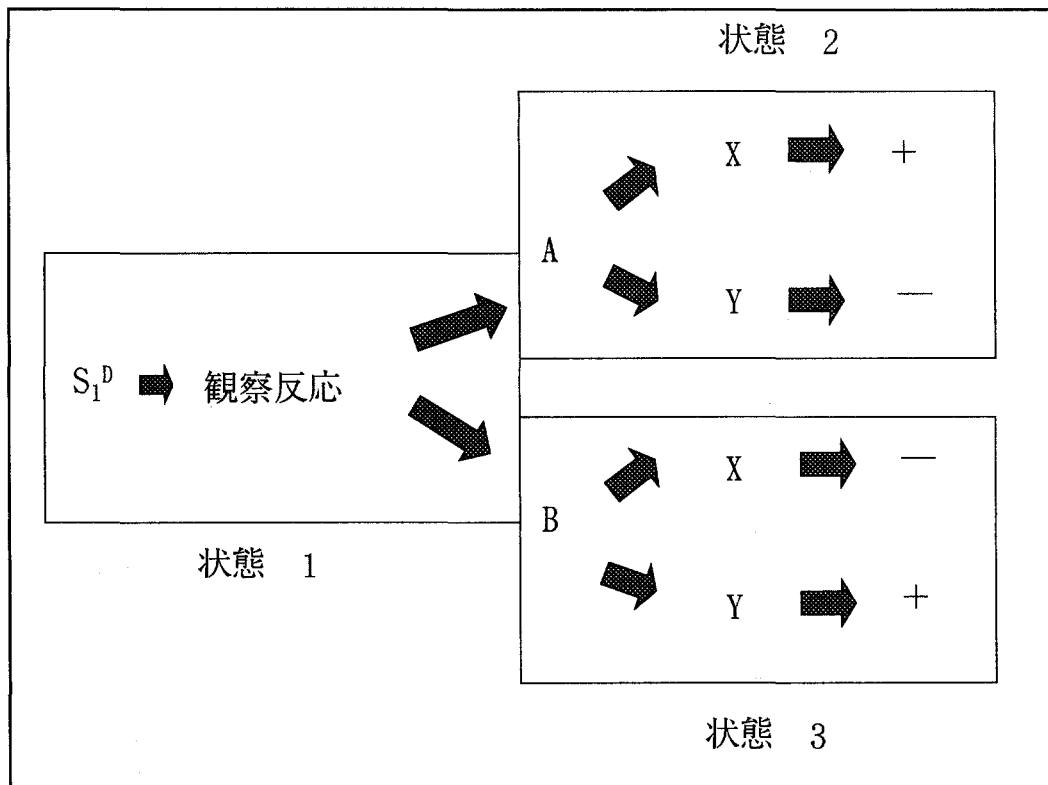


図 19. 条件性弁別刺激 A および B が観察反応に対し条件性強化になることの図式的表現。観察反応により状態 2, 3 のいずれかの情報が得られる。

されていないので、強化・非強化という試行の結果は予想できないが、X または Y と強化・非強化の結果との関連性についての条件性の情報は与えられる。その後しばらくしてから、X または Y が反応とは独立に提示され、複合の弁別刺激を形成する。たとえば A または B が観察されなくとも（図 20 参照）、X または Y と強化・非強化という試行の結果はそのまま起こるので、観察反応は試行の結果を変えることにはならない。

しかしながら、いくつかの問題がある。第一に、刺激提示それ自体が感覚性強化 (Kish, 1966) による強化機能を持ちうるので、観察反応は A または B それ自体か背景刺激から A または B への変化により一次強化されているのかもしれない。第二に、今回の手

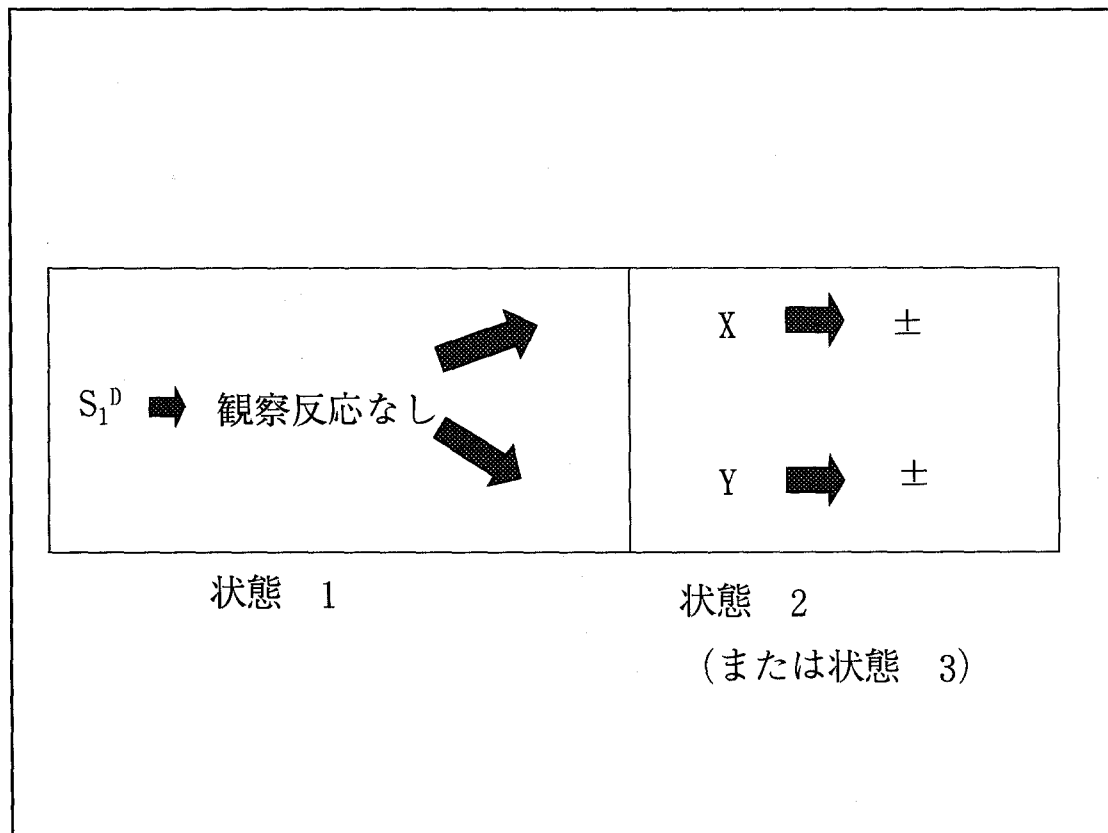


図 20. 観察反応がなされず、刺激 A または B が生じなかった場合の図式的表現。
X または Y がいきなり提示され、結果が強化か非強化の確率は 0.5 である。

続きを A または B が終端リンクの一部を構成する連鎖スケジュールとみなすと、A または B の提示は後のリンクにより早く進むことになり、このことがより強い条件性強化を引き起こすのかもしれない。というのは、あとのリンクの方が一次強化により時間的に接近しているから、より強い条件性強化になりうるからである (Fantino, 1984)。これらの解釈を排除するため、統制条件 (単純弁別) を設定した。この条件では反応によって A または B がより早く提示されるのは同じだが、これらの刺激は X または Y と強化・非強化との関係については情報をもたさない。観察反応は A または B をより早く生じることができ、したがって感覚性強化

を受けたり、より後のリンクに早く入ることはできる。しかし強化・非強化という試行の結果やXまたはYと強化・非強化との関連についての不確定性は減少しない。もしも条件性強化が単純弁別よりも条件性弁別の方で強かったとすると、感覚性強化または強化までの時間の減少による解釈は当てはまらないように思われる。もしも条件性弁別と単純弁別において観察反応に違いがあれば、それはXまたはYと強化・非強化との関連性についての情報による条件性強化の効果による。

予備実験の結果にもとづいて、少し手続き的な改良を行った。条件性弁別の手続きでの実験の予備的段階で、観察反応によりAまたはBが提示されなかった場合、XまたはYだけが反応とは独立に提示され、その後強化が.5の確率で与えられるようにしていた。しかし、この非分化強化の設定は、条件性弁別の遂行を著しく阻害した。観察反応によりAまたはBが提示されなかった時に条件性弁別の遂行が阻害されないように、AまたはBを試行開始からの一定時間後に反応とは独立に提示し、XまたはYと同時重複型の複合刺激を形成するようにした。注意しておきたいのは、このことによって試行の終わりには必ず複合刺激が提示されるということである。したがって、観察反応によってAまたはBの提示がより早くなり、XまたはYと結果との関連性についての不確定性の減少がより早くなることになる。

2-4-1 方法

被験体 4羽のハトを用いた（被験体 6、被験体 5、被験体 4、被験体 1）。これらは並列連鎖スケジュールと観察反応の実験歴がある。いずれの実験も今回の実験と同じ刺激を用いた非重複型の継時的条件性弁別を含んでいた。体重は基準時の80%に統制した。水とグリットはホーム・ケージで常時与えた。

装置 防音仕様のオペラント箱（37×30×30cm）を用いた。3個の透明な反応キーが8cm間隔で、床上23cmの高さに取り付け

られていた。右端のキーのみ用いた。キーでの反応が入力される
 ためには、0.15Nの力が必要であった。キーつつき反応によってマ
 クロ・スイッチから聴覚的なフィード・バックが与えられた。
 画面にはプロジェクター (I.E.E. 10-0052) によって白、緑、青、
 赤、3本の白色垂直線、3本の白色水平線が提示された。中央キー
 の下にはソレノイドにより駆動する給餌器が取り付けられ、それ
 によりエサが5秒間提示された。装置内照明は一切用いなかった。
 外部雑音を遮蔽するため、白色雑音が常に提示されていた。別室
 に設置されたユニテック UP8 マイクロ・コンピュータが実験をコ
 ントロールし、データの収集を行った。

手続き

各被験体は十分な実験歴があったので、予備訓練の必要はなか
 った。実験は3段階よりなり、各段階は弁別訓練と15セッション

表3. 各被験体ごとの刺激と強化条件。B、R、V、Hはそれぞれ青、赤、垂直線、
 水平線の略号である。結果 (Outcomes) の+または-はそれぞれのタイプの試行が
 強化か非強化で終わるのかに対応する。(Ohta, 1987 より引用)

	Conditional (first)				Simple				Conditional (second)			
	Stimuli		Out-comes	No. of sessions	Stimuli		Out-comes	No. of sessions	Stimuli		Out-comes	No. of sessions
	Color	Line			Color	Line			Color	Line		
5	B	V	+	46	B	V	+	23	B	V	+	23
	B	H	-		B	H	-		B	H	-	
	R	V	-		R	V	+		R	V	-	
	R	H	+		R	H	-		R	H	+	
5	B	V	-	19	B	V	-	19	B	V	-	28
	B	H	+		B	H	+		B	H	+	
	R	V	+		R	V	-		R	V	+	
	R	H	-		R	H	+		R	H	-	
4	B	V	-	39	B	V	-	15	B	V	-	45
	B	H	+		B	H	+		B	H	+	
	R	V	+		R	V	-		R	V	+	
	R	H	-		R	H	+		R	H	-	
1	B	V	+	19	B	V	+	32	B	V	+	31
	B	H	-		B	H	-		B	H	-	
	R	V	-		R	V	+		R	V	-	
	R	H	+		R	H	-		R	H	+	

の観察反応のテストを含む。実験は1日1セッション行い、1セッションは50試行で、週に6または7セッション行った。表3に各被験体ごとの刺激と強化の組合せおよび弁別訓練に要したセッション数を示してある。刺激と強化の組合せにより試行のタイプは4種類あるが（表3参照）、これらの提示順序は同じ色刺激、同じ線分刺激および強化・消去が3回連続しないように、ランダムにした。訓練段階の順序は、第一段階：条件性弁別、第二段階：単純弁別、第三段階：条件性弁別であった。表3に示してあるセッション数には、各段階での訓練後のテストのセッション数15は含まれていない。

条件性弁別（第一段階と第三段階）

訓練 図21の最上部は訓練手続きでの時間的経過を示す。試行は青または赤の色弁別刺激と垂直線または水平線の線分弁別刺激の同時提示で始まった。これらの組合せが正の場合はキーつき反応を定間隔5秒で5秒間のエサ提示により強化した。その組合せが負の場合には、5秒間無反応になるまで試行の終了が延びるリセット付きで反応を消去した（リセット随伴性）。そして5秒間の強化の代わりにブラック・アウトを5秒間挿入した。試行間間隔は60秒であった。刺激の提示、試行の正負は同じものが2回まででそれ以上連続しないという制約のもとでランダムにした。各色刺激と線分刺激の提示確率、および各色刺激と線分刺激での正負の条件付き確率は.5であった。各被験体が以下の弁別基準を満たした後、次の観察反応のテストに移った。（a）少なくとも15セッション行う。（b）最後の5セッションを通して全体の弁別比（2種類の負の試行での反応率の合計を全種類の試行での反応率の総計で割ったもの）が.20以下で、さらに垂直線の提示される試行および水平線の提示される試行で別々に求めた弁別比が.25を越えないという制約を設けた。

テスト 図21の下二つの部分は観察反応テストでの時間的経過

を示す。試行は緑の提示で始まり、この時のキーつつき反応を「観察反応」と定義する。変間隔 10 秒（レンジは 1～49 秒）により色の条件性弁別刺激を提示する（図 21 中央参照）。試行開始から 55 秒

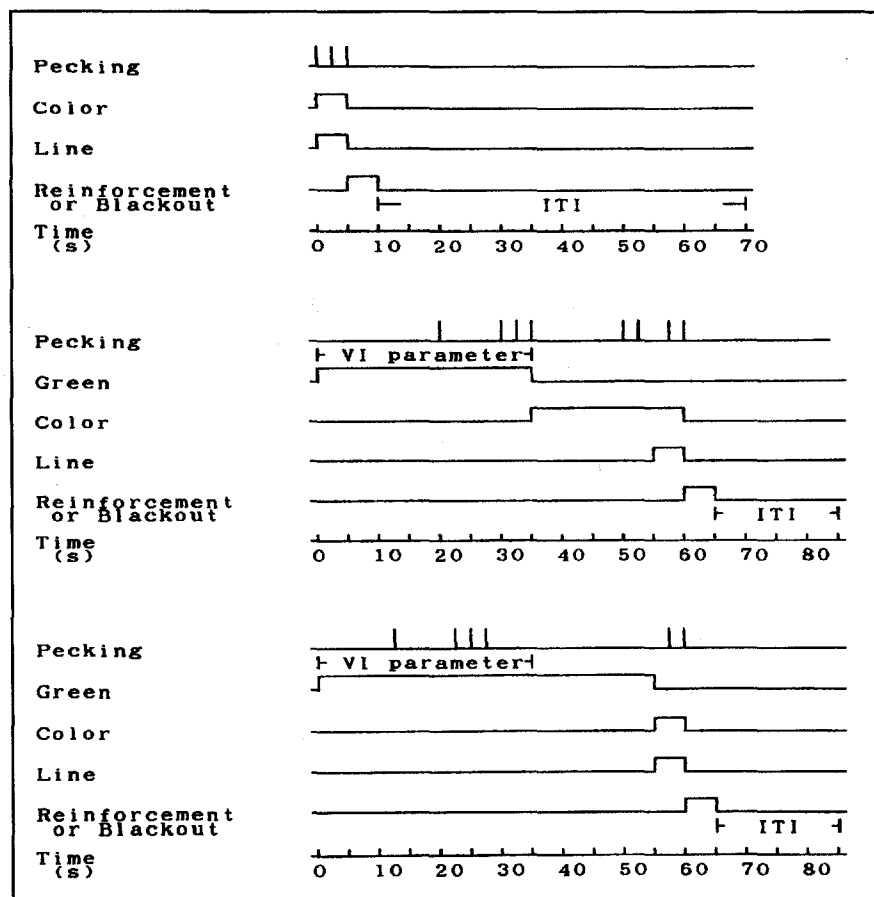


図 21. 条件性弁別および単純弁別の手続きにおける、実験の訓練段階（図の最上部）とテスト段階（図の中央部と最下部）での各試行の刺激とキーつつき反応および結果との時間関係を示した図式。最上部：色と線分の複合刺激が正の場合には定間隔 5 秒のスケジュールでキーつつき反応は強化される。負の場合にはキーつつき反応するとその時点から刺激の終了が 5 秒延び（リセット随伴性）、その後反応の有無にかかわらず、5 秒のブラック・アウトが生じる。試行間間隔（ITI）は 60 秒である。中央部：変間隔 10 秒が満たされた後（この図でのパラメータは 35 秒）、緑の時にキーつつき反応が生じると（観察反応）、キーの色は青または赤に変わり、その試行ではその後ずっと提示され続ける。線分刺激の一方が反応とは独立に試行開始 35 秒後に色刺激に重複する形で提示される。試行間間隔は 20 秒である。最下部：変間隔 10 秒が満たされた後にもキーつつき反応が起こらないと、試行開始 55 秒後に反応とは独立に緑は色と線分の複合刺激に置き変わる。試行間間隔は 20 秒。反応とは独立した、この複合刺激の提示は 55 秒間まったく無反応であった場合にも起こる。テスト段階での各試行における強化またはブラック・アウトの結果の詳細は訓練段階と同じである。（Ohta, 1987 より引用）

後に、反応とは独立に線分刺激の一つを色刺激に付け加える形で提示した。もしそれらの組合せが正であれば、キーつつき反応は定間隔 5 秒でエサにより強化した。もしそれらの組合せが負であれば、5 秒のリセットの制約が働き（リセット随伴性）、キーつつき反応は強化されず、5 秒間のブラック・アウトとなった。もしも、55 秒間無反応、もしくは変間隔の値が満たされた後無反応のまま、試行開始から 55 秒経過した場合には、緑は反応とは独立に消え（スケジュールは定時間 55 秒に変わる）、青または赤の色刺激と垂直線または水平線の線分刺激が複合の形で同時提示される（図 21 最下部参照）。試行間間隔は 20 秒であった。テストは 15 セッション行い、この時には弁別基準は設定されなかった。

単純弁別（第二段階）

訓練 試行は条件性弁別の場合と同じ四組の複合刺激の一つを提示することにより始まった（図 21 最上部参照）。表 3 に各被験体の刺激—強化条件が示してある。これからわかるように、強化は線分刺激にのみ依存し、色刺激は弁別の手がかりとはならない。各色刺激での正負試行の出現する条件付き確率は.5 であった。強化スケジュールや試行間間隔等そのほかの手続きの詳細は条件性弁別の訓練時と同じであった。弁別の完成基準は以下の通りであった。（a）最低 15 セッション行う。（b）最後の 5 セッションを通して、線分刺激にもとづく弁別比が.20 以下であること。

テスト 試行は線分刺激の提示により始まった（図 21 の下二つの部分参照）。もし観察反応が変間隔 10 秒を満たすと緑が消えて、色刺激の一つが提示される。青または赤はその時点から試行の終わりまで提示され続ける。弁別刺激である線分刺激の一つが試行の開始から 55 秒後に、反応とは独立に色刺激に付け加わる。もしも線分が正刺激であれば、キーつつき反応は定間隔 5 秒で 5 秒間のエサ提示により強化される。もしも線分が負刺激であれば、5 秒のリセットの制約が働き（リセット随伴性）、キーつつき反応は強

化されず、5秒のブラック・アウトで試行は終わる。もしも55秒間無反応もしくは変間隔が満たされた後、無反応のまま55秒経過した場合、その後の刺激提示の仕方は条件性弁別の場合と同じである（図21最下部参照）。15セッション行い、弁別基準は設定しなかった。

2-4-2 結果

図22は各々の被験体について、各テスト・セッションでの50試行を通しての観察反応の合計を示したものである（緑でのキーつき反応の合計）。全体として、観察反応は単純弁別よりも条件性弁別の方が多い。被験体6と5は初めの条件性弁別と単純弁別との差が大きい。被験体4は二度目の条件性弁別と単純弁別との差が大きい。初めの条件性弁別と単純弁別との差の方が後の条件性弁別と単純弁別との差よりも必ずしも大きいというわけでは

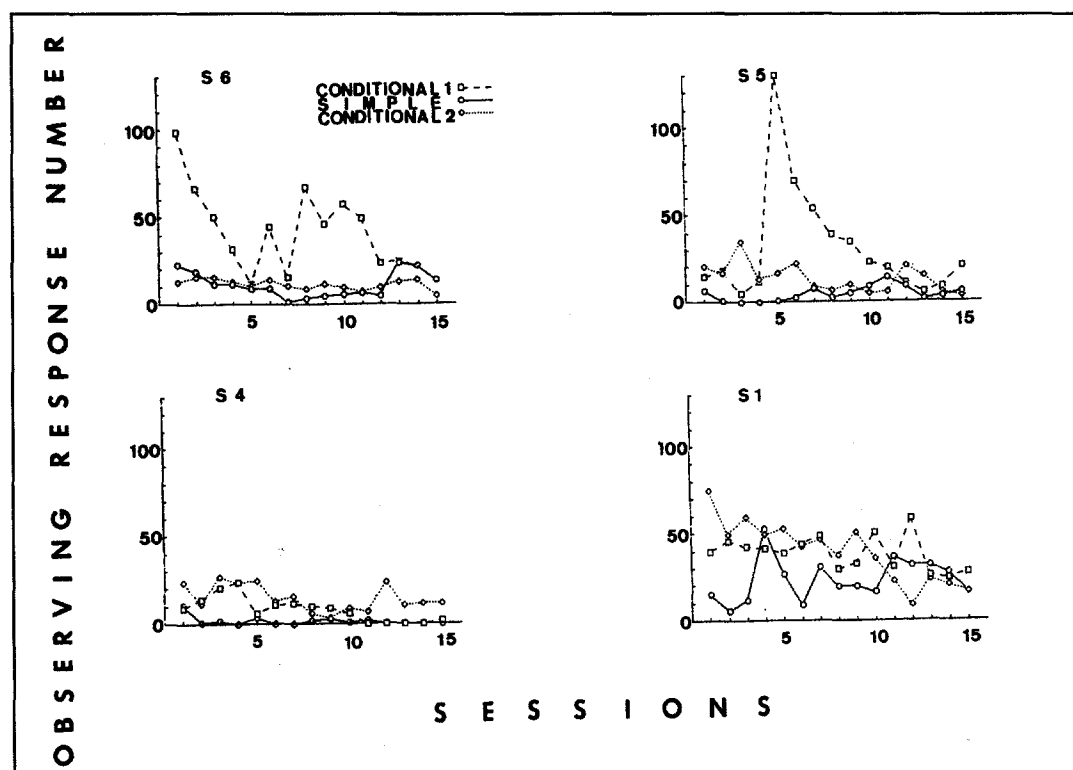


図22. 図の各部分は、条件性弁別および単純弁別でのテストにおけるセッションごと（横軸）の観察反応数（縦軸）を、各被験体について比較したものである。（Ohta, 1987より引用）

ない。各被験体は少なくとも一つの条件で減少傾向を示してはいるが、テスト・セッションの関数として全体的な一貫した傾向はみられない。統計的な検定結果は以下の通りであった。各被験体において段階とセッションを要因とする 2 要因の分散分析を行った。段階の主効果はすべての被験体において有意であった（被験体 6 では $F_{(2,28)}=8.34, p<.01$; 被験体 5 では $F_{(2,28)}=6.65, p<.01$; 被験体 4 では $F_{(2,28)}=21.2, p<.01$; 被験体 1 では $F_{(2,28)}=4.83, p<.01$ ）。観察反応はすべての被験体において初めの条件性弁別より単純弁別で減少した（被験体 6 では $t_{(14)}=5.77, p<.01$; 被験体 5 では $t_{(14)}=5.08, p<.01$; 被験体 4 では $t_{(14)}=4.51, p<.01$; 被験体 1 では $t_{(14)}=3.71, p<.01$ ）。しかし、すべての被験体において単純弁別より二度目の条件性弁別で増加した（被験体 6 では $t_{(14)}=2.62, p<.01$; 被験体 5 では $t_{(14)}=1.74, p<.01$; 被験体 4 では $t_{(14)}=9.20, p<.01$; 被験体 1 では $t_{(14)}=3.90, p<.01$ ）。セッションについての主効果は被験体 6 においてのみ有意であった（ $F_{(14,28)}=2.28, p<.05$ ）。

単純弁別と条件性弁別では観察反応の頻度が明らかに異なるように思われるが、観察反応の絶対数は少なかった。これらの数値が少なかったことは、観察反応の現象の頑健性に対し懐疑を生じるかもしれない。したがって観察反応の強さを評価するのに、被験体が 1 セッション 50 試行中、何試行、観察反応によって色の弁別刺激を提示したのかを検討するのは有意義であろう。本実験での手続きはディスクリート試行だったので、この点について調べるのは可能である。図 23 はすべての被験体について、1 セッション 50 試行中、観察反応によって弁別刺激を提示した試行数を示したものである。観察反応数のデータと同様、単純弁別より条件性弁別において観察反応によって色刺激はより多く生じた。しかしよくみると、条件性弁別においても色刺激は各セッションのすべての試行において提示されているわけではない。被験体 4 では二度目の条件性弁別において 12 から 14 セッションでは色刺激

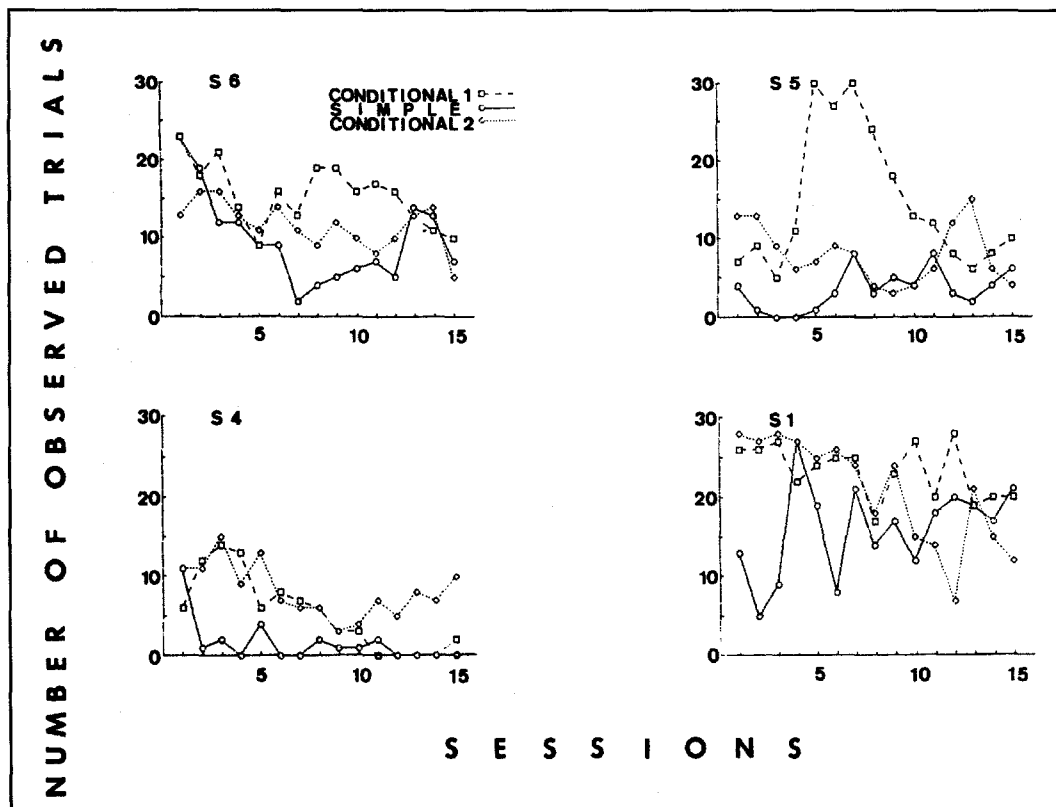


図 23. 図の各部分は、条件性弁別および単純弁別でのテストにおけるセッションごと（横軸）の観察反応によって提示された色刺激の回数（縦軸）を、各被験体について比較したものである。（Ohta, 1987 より引用）

の提示はまったくない。被験体 5 は初めの条件性弁別と単純弁別との間で最も大きい差を示したが、被験体 4 は二度目の条件性弁別と単純弁別の間で最も大きい差を示した。いずれの被験体においても、テスト・セッションの関数として全体的な一貫した傾向はみられない。また、初めの条件性弁別と二度目の条件性弁別の間にも一貫した差はみられない。統計的な検定結果は以下の通りであった。各被験体において段階とセッションを要因とする 2 要因の分散分析を行った。段階の主効果はすべての被験体において有意であった（被験体 6 では $F_{(2,28)}=10.88$, $p<.01$; 被験体 5 では $F_{(2,28)}=12.59$, $p<.01$; 被験体 4 では $F_{(2,28)}=17.02$, $p<.01$; 被験体 1 では $F_{(2,28)}=5.81$, $p<.01$ ）。観察反応はすべての被験体において初

めの条件性弁別より単純弁別で減少した(被験体 6 では $t_{(14)}=6.45$, $p<.01$; 被験体 5 では $t_{(14)}=7.05$, $p<.01$; 被験体 4 では $t_{(14)}=4.69$, $p<.01$; 被験体 1 では $t_{(14)}=4.74$, $p<.01$)。観察反応はすべての被験体において初めの条件性弁別より単純弁別で減少した(被験体 6 では $t_{(14)}=2.05$, $p<.05$; 被験体 5 では $t_{(14)}=2.84$, $p<.01$; 被験体 4 では $t_{(14)}=8.22$, $p<.01$; 被験体 1 では $t_{(14)}=3.09$, $p<.01$)。

観察反応のテスト時には明確な弁別基準を設定していなかった
ので、各条件で所定の弁別がきちんとなされていたことを確認
する必要がある。図 24 はすべての被験体について各テストセッ
ションでの弁別比を表示したものである。各々の条件性弁別では二
種類の線分刺激については別々に示してある。全体的に、条件性弁

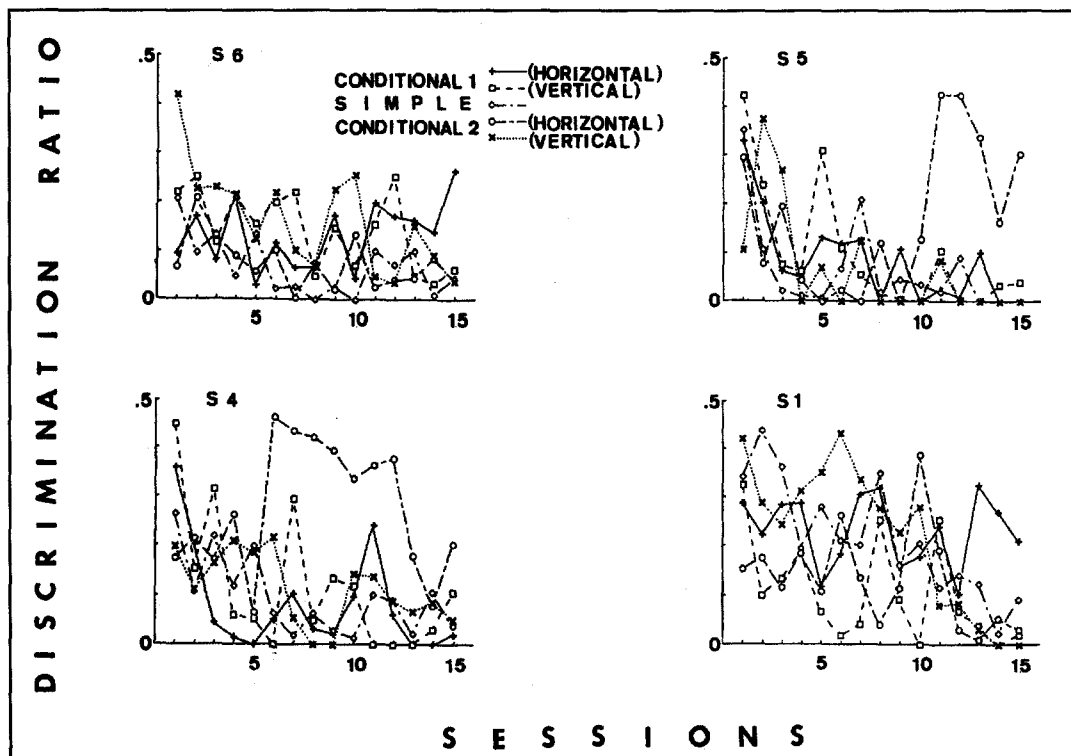


図 24. 図の各部分は、条件性弁別および単純弁別でのテストにおけるセッションごと(横軸)の弁別比(縦軸)を、各被験体について比較したものである。弁別比は条件性弁別では各線分刺激ごとに求めた。値が低いほど弁別の程度がよいことを示す。(Ohta, 1987 より引用)

別も単純弁別も観察反応のテスト時において、損なわれることはなかった。しかし、観察反応のテストに入った直後では、被験体 5 の初めの条件性弁別と単純弁別、および被験体 4 の初めの条件性弁別、そして被験体 1 の単純弁別において、少し弁別が崩れるところがあった。被験体 5、4、1 の二度目の条件性弁別において水平線についての条件性弁別が一時的に崩れることはあったが、垂直線についての条件性弁別は極めてよく維持されていた。

図 25 はすべての被験体について、各テスト・セッションごとの色刺激提示時の反応率を示したものである。被験体 6 は単純弁別よりも、初めの条件性弁別においても反応率が高い。被験体 4 は

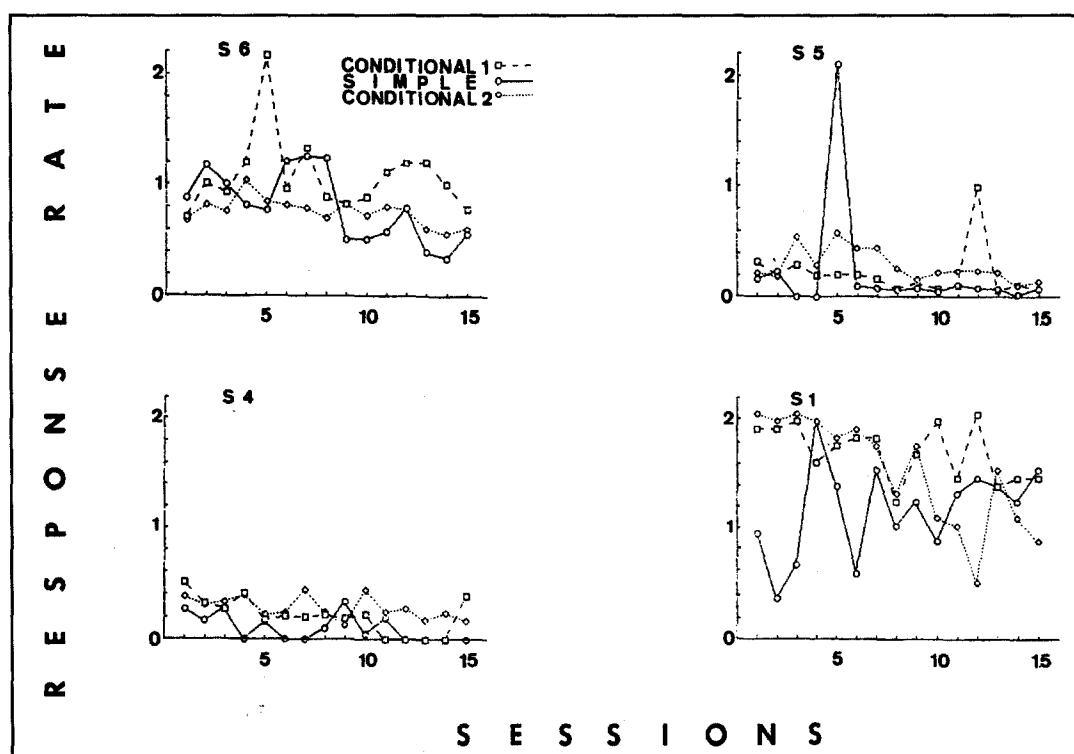


図 25. 図の各部分、条件性弁別および単純弁別でのテストにおけるセッションごと（横軸）の色刺激提示時での反応率（縦軸）を、各被験体について比較したものである。反応率（1秒あたりの反応回数）は、線分刺激が重複して提示される時間を除いた、青または赤が提示されていた時間の合計でその時間での反応数の合計を割って求めた。（Ohta, 1987 より引用）

単純弁別よりも、初めおよび二度目の条件性弁別のいずれにおいても反応率が高い。それ以外の被験体では条件性弁別と単純弁別で反応率が異なるということにはなかった。統計的検定の結果は次の通りであった。段階とセッションについての 2 要因の分散分析を被験体ごとに行ったところ、セッションについての主効果はどの被験体についても有意ではなかった。段階についての主効果は被験体 6 ($F_{(2,28)}=6.77, p<.01$) と被験体 4 ($F_{(2,28)}=8.99, p<.01$) で有意であった。さらに分析を進めたところ、被験体 6 については初めの条件性弁別の方が単純弁別よりも反応率が高いが ($t_{(14)}=6.77, p<.01$)、単純弁別と二度目の条件性弁別では差がなかった ($t_{(14)}=1.45, p>.05$)。被験体 4 では初めの条件性弁別の方が単純弁別よりも反応率が高く ($t_{(14)}=2.31, p<.05$)、二度目の条件性弁別の方が単純弁別よりも反応率は高かった ($t_{(14)}=4.19, p<.05$)。これらの差は観察反応においてみられた差とは必ずしも対応していないことから、観察反応は青や赤の反応統制力以外の要因によっていたものと考えられる。

図 26 は各テスト・セッションごとの観察反応数と同じセッションでの色刺激提示時の反応率との相関を被験体ごとに示したものである。それぞれのグラフには条件性弁別と単純弁別両方でのすべてのデータが含まれている。被験体 5 と 4 のグラフでの点は、原点付近に密集して分布している。被験体 6 と 1 のグラフでは、広がって分布している。被験体 4 は正の相関を示しているが、その他の被験体では観察反応数と色刺激提示時の反応率との間には明白な相関はみられない。色刺激が観察されなかった試行を除いてスピアマンの順位相関係数を求めたところ、被験体 6 では .12、被験体 5 では .16、被験体 4 では .47、被験体 1 では .09 であり、被験体 4 でのみ有意であった ($t_{(32)}=2.99, p<.05$)。

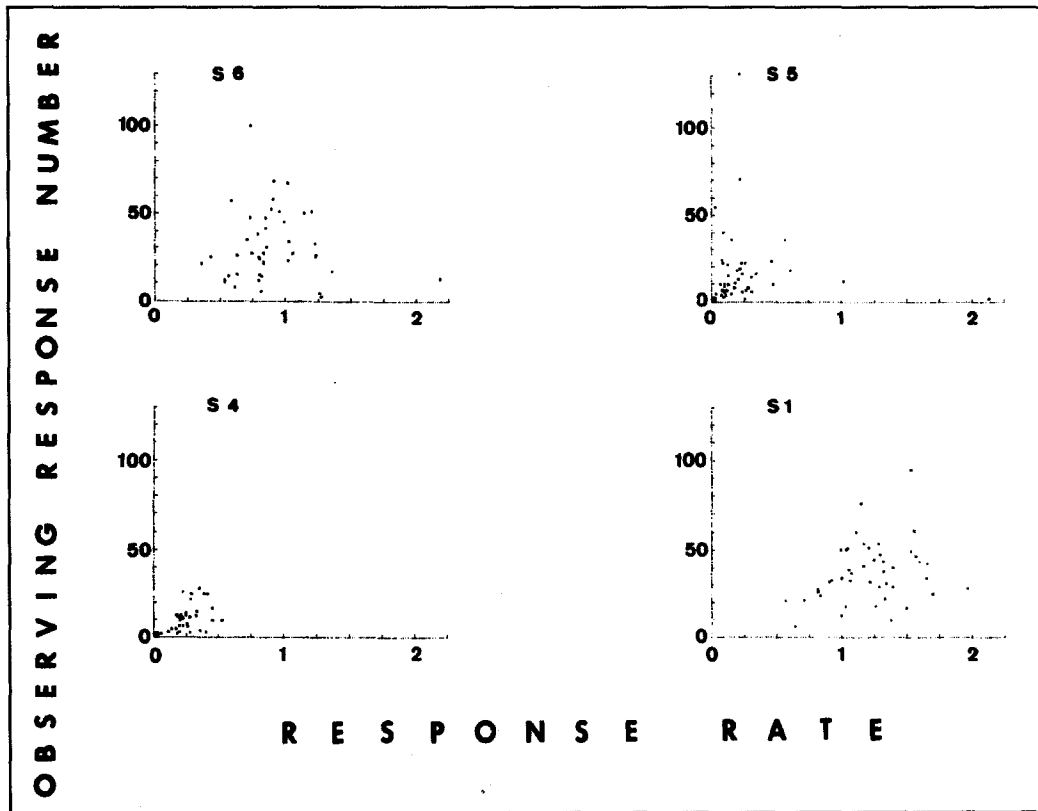


図 26. 図の各部分は、観察反応数と色刺激（青または赤）提示時の反応率（回／秒）との相関を各被験体ごとに示したもの。各データ・ポイントは1テスト・セッションを表す。条件性弁別および単純弁別でのすべてのデータ・ポイントを含む。（Ohta, 1987 より引用）

2-4-3 議論

全体として、観察反応は単純弁別よりも条件性弁別の方が多かった。同様の結果は、観察反応により色刺激が提示された試行数のデータにおいてもみられる。線分刺激と重複しないで、色刺激のみが提示されている時の反応率は、条件性弁別の方が単純弁別よりも必ずしも高いということではなかった。被験体 4 以外は観察反応数と色刺激のみが提示されている時の反応率の間で正の相関を示さなかった。

観察反応の絶対数や観察反応により色刺激が提示された試行数は条件性弁別の場合でもそれほど高くはなかった。また、テスト・セッションにしたがって観察反応が増加あるいは減少するといっ

た一定の傾向はみられなかったので、テスト段階が進むにつれて刺激の条件性強化力が低下したため、観察反応数も減少したとは考えられない。むしろ、次の二点が関係すると思われる。観察反応のテストでは試行開始から 55 秒間もしくはプログラムされていた変間隔の値が経過した後、無反応のままだと反応とは無関係に、定時間 55 秒スケジュールで緑が消えて、色刺激の一つと線分刺激の一つが複合として同時に提示される。したがって、たとえ被験体が観察反応をしなくても、反応とは独立に色の条件性弁別刺激は提示されることになる。さらに、弁別訓練時にも同じように反応とは独立に色刺激の一つと線分刺激の一つが複合として同時に提示される。これらの関連性が観察反応の生起頻度を低下させていたのかもしれない。

もしも複合刺激が正であれば、キーつつき反応は定間隔 5 秒で強化される。観察反応と強化子を得るための反応のトポグラフィーが同じキーつつき反応なので、条件性弁別と単純弁別での観察反応の差は単純弁別よりも条件性弁別において定間隔の部分での反応がより活発であったためかもしれない。さらに弁別刺激での反応の強さがその刺激の条件性強化力に対応するならば、Wyckoff (1959) のいうように、観察反応は条件性弁別における複合条件性弁別刺激の持つより強い条件性強化力により維持されていたのかもしれない。これらの見地から条件性弁別での色提示時のキーつつき反応がなぜ高かったのかを説明できるのかもしれない。しかしながら、色刺激提示時での反応率は必ずしも単純弁別より条件性弁別の方が高いということはなかった。緑は定間隔の部分より時間的にかなり離れていたため、定間隔の部分に時間的により接近した色刺激の提示時に反応率の差がなく、緑を提示した時の観察反応には差があったことを、条件性弁別での定間隔の部分におけるより頻繁な反応によって説明することはほとんど不可能なように思われる。

条件性弁別において観察反応が青または赤の刺激提示自体、あるいは緑から青または赤への刺激変化自体による感覚性強化 (Kish, 1966) で維持されている可能性もある。しかしこのような感覚性強化は単純弁別においても同じように働いているはずである。したがって、条件性弁別と単純弁別での観察反応の違いは、感覚性強化に帰することはできない。また、観察反応がエサの提示それ自体によって直接維持されていたということもありえない。なぜなら、色刺激が観察されようがされまいが、強化スケジュールは条件性弁別でも単純弁別でも同じだからである。

今回の観察反応の手続きは連鎖スケジュールとみなすことができる。そしてよりあとのリンクの方が一次強化に時間的に接近しているので、終端リンクの一部である青または赤の提示が早ければ早いほどより強化力が強いのかもしれない。この点から考察してみると観察反応の差は遅延減少説または強化密度説 (Fantino, 1977) から説明できるのかもしれない。つまり、青または赤を生じること、強化までの遅延を平均して 20 秒減少すると考えられるからである (すなわち、緑では強化まで $\frac{60}{.5}=120$ 秒だが、青または赤では $\frac{50}{.5}=100$ 秒である。Fantino, 1977 の 324~325 ページを参照のこと)。あるいは強化頻度を増加させていることになる。しかし、いずれの説で考えてみても、単純弁別においてもこれらのことは同じように生じているので、どちらの仮説もそのままの形で今回の結果を説明することはできない。

複合条件づけの研究から隠蔽ということが言われている (Mackintosh, 1977; Wagner, Logan, Haberlandt, & Price, 1968)。本実験での単純弁別において、線分刺激は色刺激よりも反応—強化との関連性がより高いので、線分刺激が色刺激を隠蔽した可能性がある。Ward (1971) は他の条件づけと同様、予言性が観察反

応においても重要であることを示唆している。おそらく、予言性の強い線分刺激によって、関連性が高くなく、したがって予言性も強くない色刺激ではある程度以上に観察反応をうまく維持できなかったのだろう。条件性弁別では色刺激に強化が付随する確率は.5である。線分刺激が提示された場合にも、線分刺激と強化との関連性は色刺激のそれと同じである。線分刺激は色刺激を隠蔽しないし、色刺激に対しても条件づけは生じるはずである。強化頻度は青または赤においては1分あたり0.5回だが、それに比べて緑では0である。遅延減少説からすれば、平均して10秒の遅延の減少は、強化頻度の場合と同様、緑よりも青または赤の方が条件性強化として強化力を持ちうる。つまり、条件性ということを経験的にして強化との直接の関連性だけで議論するとして、色刺激は遅延減少や強化頻度の増加を予言するので、条件性弁別の手続きにおいても強化との直接の関連性だけで条件性強化子として効果を持つだろう。一方、単純弁別での隠蔽された色刺激は遅延の減少や強化頻度の増加といったことは予言しないだろう。

隠蔽の観点から観察反応を分析するとすると、条件性強化と条件づけの程度の間の対応関係や類似性を検討する必要がある。本実験の結果では、次の二点が関係するだろう。第一に、色刺激提示時の反応率をみると、被験体6は単純弁別よりも、初めの条件性弁別においても反応率が高く、被験体4は単純弁別よりも、初めておよび二度目の条件性弁別のいずれにおいても反応率が高かったが、それ以外の被験体では条件性弁別と単純弁別では差がみられなかった。第二に、被験体4を除いて観察反応数と色刺激提示時での反応率の間には正の相関はみられなかった。したがって、明かな対応関係はなかったと言える。

Mackintosh (1977) はディスプレイート試行の手続きにおいてのみ予言性の高い刺激は背景刺激を隠蔽すると示唆している。

Wagner, Logan, Haberlandt, and Price (1968, 実験1)、Turner

and Mackintosh (1972, 実験 2)、Gray and Mackintosh (1973) は被験体に各正刺激の時にたった一度だけしか反応させないようにして、反応によって生じる刺激が最小限の場合には、弁別事態では隠蔽が起こることを示した。Mackintosh (1977) によれば、反応によって生じる刺激がフリー・オペラントの事態では頻繁に生起するので、その刺激がより予言性の高い弁別刺激によって隠蔽されてしまう。その結果、無関連な背景刺激の刺激統制は顕在化することとなる。これに対して、反応によって生じる刺激がそれほど優勢でないディスクリット試行の手続きでは、それ以外の無関連な背景刺激が隠蔽されてしまう。本実験での単純弁別の手続きでは、複数回のキーつつき反応が可能であり、事実起こっていた。もし隠蔽を前提として、遅延減少説や強化密度説を本実験のデータに適用しようとするならば、より予言性の高い刺激が反応によって生じる刺激を隠蔽するのはどのような条件においてかを明確にする必要がある。

情報仮説はそのような前提を必要としない。観察反応のテスト時には、色刺激は条件性弁別刺激として機能しており、したがって、線分刺激と反応—強化の関連性に関する情報をもたらすといえる。本実験の手続きにおいては、たとえ観察反応によって色刺激が提示されなくとも、色刺激は線分刺激と重複した複合刺激として反応とは独立に提示されはするが、観察反応により色刺激をより早く生じて、線分刺激と反応—強化の関連性に関する情報をより早く手に入れることができる。

Fantino (1977) は負刺激による条件性強化が情報仮説を強く支持する証拠であると記している。これまでの実験では (Blanchard, 1975; Browne & Dinsmoor, 1974; Dinsmoor, Browne, & Lawrence, 1972; Mulvaney, Dinsmoor, Jwaideh, & Hughes, 1974)、負刺激が強化子として機能することは見いだされていない。確固たる証拠は未だに得られていないが、だからといって情報仮説が必ずし

も排除されるわけではない。明らかに負の弁別刺激には嫌悪性があり、負の弁別刺激を生じるような観察反応に対して罰として働きうる (Blanchard, 1975; Mulvaney et al., 1947)。したがって、正でも負でもない刺激が、観察反応を強化しうるかどうかを検討することは、強化密度説と遅延減少説を批判し、情報仮説を支持するために、必要なことと思われる。本実験は条件性弁別がそのようなアプローチに対して有効な方法であることを示唆する。

3 全体的議論

3-1 主要な結果のまとめ

主要な結果をまとめると次のようになる。まず第 1 章ではラットを被験体としてフリー・オペラントでの継時弁別による次元外転移の実験を行った。実験Ⅰでは第一段階での弁別刺激の一方を第二段階で背景刺激として提示し、第三段階で半数の被験体には第一段階の原学習の再学習を行い、残り半数の被験体には逆転学習を行った。その結果、原学習を行った被験体はその保持を示したが、逆転学習を行った被験体は原学習よりも遅くなる負の転移を示した。実験Ⅱでは原学習の保持が第二段階での弁別訓練の促進効果によっている可能性を検討するため、第二段階で非分化強化を行った。この操作によっても原学習の保持と逆転学習の遅延がみられた。実験Ⅲでは原学習の保持に対する統制群として第二段階では単にホーム・ケージで飼育しておく群を設け、これとの比較を行ったが、同様に原学習の再学習を速やかに行った。第 2 章ではまずハトを被験体として、並列連鎖スケジュールによる選択事態において同じ継時的条件性弁別を両選択肢で学習させ、先行の条件性弁別刺激を時間的に早く提示するとその選択肢に対する偏好も強まることを示した。次にハトを被験体として、重複型の条件性弁別を行い、条件性弁別刺激の一方を観察反応により時間的に先行して提示できるようにすると、その刺激が弁別とは関連のない単純弁別の時に比べて、より多くの観察反応が生起した。

以上のことから、次のようなことが示唆される。第 1 章においては潜在刺激が弁別を特定する弁別の機会設定子の機能を有するとの説をふまえて、弁別刺激と弁別の機会設定子との間のダイナミックな機能転換とその間の弁別機能の保全が生じたと考えられる。第 2 章においては条件性弁別刺激が条件性強化として機能すると思われ

る。これらのことは、学習を古典的条件づけとオペラント条件づけに二分する立場をとり、古典的条件づけでは条件刺激—無条件刺激の直接的な関連性で十分であり、オペラント条件づけでは弁別刺激—反応—強化の直接的な関連性で十分であるとする考えに疑問を投げかける。なぜならば、これらの機能で十分だとすれば、第 1 章の実験 I においては第二段階で機能的競合である隠蔽が生じ、第一段階の弁別刺激は背景刺激として提示されているため、第一段階の弁別機能が第三段階までそのまま保持されるとは考えられない。また第 2 章の条件性強化についての実験では条件性弁別刺激が条件性強化として機能し、結果との直接の関連性を仮定する遅延減少説や強化密度説は予め実験結果を予想できなかった。

3-2 コンフィギュレーション説またはユニークな手がかり説について

従来の条件刺激—無条件刺激の関連性および弁別刺激—反応—強化の関連性により、本論での結果を解釈しようとするれば、最も有力な仮説はコンフィギュレーション説またはユニークな手がかり説であろう。これらは第 1 章の実験 I において述べたように、複数の刺激が感覚次元の区別なしに一つの刺激と考えたり、複数の刺激の組合せにより生じる固有の刺激を各要素刺激に加えて考えるものである。しかし第 1 章の実験 I で議論したように、コンフィギュレーション説またはユニークな手がかり説から予想される正または負の転移が第一段階から第二段階においてみられなかったことから、これらの可能性はきわめて小さいものと考えられる。また第 2 章の条件性弁別刺激による条件性強化についても次のようなことが考えられる。まず並列連鎖スケジュールによる選択事態の実験では刺激が重複しない継時的条件性弁別の課題を用いた。したがって刺激の複合時にはそれらが重複した同時提示を前提とするコンフィギュレーシ

ヨン説またはユニークな手がかり説はそのままでは適用できない。次に観察反応の実験であるが、この実験の訓練段階は重複型の複合刺激による条件性弁別であった。したがってコンフィギュレーションまたはユニークな手がかりで課題を遂行した可能性は十分考えられる。しかし観察反応のテスト時には一組の青と赤の条件性弁別刺激のみを観察反応により先行提示することができ、しかもその時の観察反応の頻度は青と赤が無関連刺激となる単純弁別の時よりも高かった。条件性弁別での色刺激の条件性強化が強いことはコンフィギュレーションまたはユニークな手がかりで考えるとすれば、正の複合刺激から色刺激への般化が単純弁別の時に比べて強いからだと考えられる。単純弁別では色刺激は無関連刺激なので線分刺激による隠蔽が生じ、色刺激に対する条件づけが弱く、したがって条件性強化も弱かったとも考えられる。しかし観察反応の実験の議論でも述べたように、フリー・オペラントで隠蔽が生起するかどうかは疑わしい。よって条件性弁別での複合刺激から色刺激への般化が単純弁別での複合刺激から色刺激への般化よりも強いことを合理的に説明しない限り、コンフィギュレーション説またはユニークな手がかり説での解釈は可能性が低いものと思われる。

3-3 高次ということについて

本論での主張通り、単に条件刺激—無条件刺激あるいは弁別刺激—反応—強化の関連性のみならず、弁別の機会設定子あるいは条件性弁別という高次の構造にもとづく関連性が関与しているとすれば、それらはどのようなものであろうか。現段階では定量的な記述は無理なので、定性的な記述にとどめておく。まず、弁別の機会設定子と条件性弁別刺激は無条件刺激または反応—強化と直接の関連性を持たず、したがってそれらについて直接予言することはない点において条件刺激や弁別刺激とは異なる。これらは条件刺激—無条件刺

激または弁別刺激—反応—強化の関連性を規定したり特定したりすると考えられる。しかし弁別の機会設定子と条件性弁別刺激では後者の方がその規定性または拘束性は強い。本論の第 2 章の実験でいえば、水平線または垂直線と反応—強化の関係が逆転するという強い規定性があるが、第 1 章の実験での弁別の機会設定子はその刺激のもとではある継時弁別があるが、その刺激がない場合には弁別はないということを規定しているに過ぎない。もっとも条件性弁別では水平線または垂直線以外の任意の一組の弁別刺激において常に反応—強化の関係が逆転するという「逆転セット」の規定性を条件性弁別刺激が持つものでもないし、弁別の機会設定子ではいかなる弁別刺激であれ、なんらかの弁別があるという「弁別セット」を規定するものでもない。

次に弁別の機会設定子および条件性弁別刺激の規定性について具体的に考察する。まず弁別の機会設定子についての第 1 章の実験を振り返り、実験 I において第一段階では $H+ / L-$ による継時弁別を行い、第二段階では $BL+ / DL-$ の継時弁別を行う例を取り上げる。問題は第二段階において同時提示の重複型複合刺激であるために、 L が弁別の機会設定子で「 L のもとでは $B+ / D-$ 」という形であったのか、 B と D が弁別の機会設定子で「 B のもとでは $L+$ 、 D のもとでは $L-$ 」という形であったのかが明確でないことである。前者を型 1、後者を型 2 と呼ぶことにする。同じ可能性が第一段階についても考えられる。第一段階は無照明下での $H+ / L-$ であったので、背景刺激が D に近いもの (D^*) と考えると型 1 では「 D^* のもとでは $H+ / L-$ 」となり、型 2 では「 H のもとでは D^*+ 、 L のもとでは D^*- 」となる。第一段階が型 1、第二段階が型 2 の場合について考えると、「 D^* のもとで $L-$ 」と「 D のもとで $L-$ 」の間で般化が十分考えられるので、正の転移がみられるはずである。また第一段階が型 2、第二段階が型 1 の場合も「 L のもとでは D^*- 」と「 L のもとで $D-$ 」の間で般化が十分考えられるので、正の転移

がみられるはずである。他の刺激の組合せ条件についても考えると、第 1 章の実験 I の表 1 に示したように、正または負の転移が予測されるはずである。しかし第 1 章の実験 I においては正または負の転移はみられなかったことから、これらの可能性はきわめて小さいものと思われる。つまり第一段階と第二段階で型は異ならず、同じ型であると考えられる。

そこで問題となるのは、同じ型だとすれば型 1 か型 2 かということである。これについては第 1 章の実験からは直接示唆的なデータはないが、古典的条件づけによる正の特徴学習の実験が参考になる。正の特徴学習とは、 $X \cdot A$ では正だが A では負となるような訓練パラダイムである。 X と A の際だちが同程度であるとする、 $X \cdot A$ が同時提示される重複型の複合刺激である場合には、条件刺激—無条件刺激の関連性にもとづく機能的競合である隠蔽が生じ、予言性の高い X が条件刺激として実質的に機能する (Holland, 1983, 1986)。しかし X に比べて A の際だちが十分に高い場合には、 X は条件刺激として機能するより、 A と無条件刺激の関連性を規定する弁別の機会設定子として機能する (Holland, 1989)。また X が A に時間的に先行する場合にも、 X は弁別の機会設定子として機能する (Holland, 1986)。古典的条件づけとオペラント条件づけという手続き的相違、および弁別の機会設定子としての規定性の強さの差はあるが、「際だち」の高さを「予言性」の強さに読み替えて、これらのことを敷衍すると、次のような推論が可能である。第 1 章の実験 I の第一段階についてみると、 $D^* H+ / D^* L-$ であり、反応—強化の関連の予言性からみれば、 H と L の方が D^* よりも高い。また同様に第二段階についてみると、 $B L+ / D L-$ の継時弁別では、 B と D の方が L よりも反応—強化の関連についての予言性は高い。したがって、第 1 章の実験 I の第二段階においては型 2 よりも型 1 の形での構造にもとづいて、 L は第二段階では弁別の機会設定子として機能していたと考えられる。

ところで正の特徴学習の実験で、第 1 章の実験 I と同じように第一段階で X を条件刺激として X—無条件刺激の条件づけをおこない、第二段階として X—A—無条件刺激と A—消去の継時的正の特徴学習を行った場合、X—無条件刺激の先行条件づけをしない場合に比べて、正の特徴学習の獲得が遅れることを示す実験がある (Ross, 1983)。つまり条件刺激として確立している刺激は中性刺激に比べて、弁別の機会設定子になりにくく、条件刺激から弁別の機会設定子への機能転換には負の転移が伴うということである。この事実を第 1 章の実験 I に照らし合わせてみると、本論の主張する通り第一段階での弁別刺激が第二段階で弁別の機会設定子となるような機能転換が生じているとすれば、第二段階での学習において負の転移がみられるはずである。これに対する統制条件は設定していないので、負の転移が生じているかについては断定できない。しかし、機能転換に際して負の転移が生じることと第一段階での弁別刺激機能が弁別の機会設定子への機能転換にも関わらず保持されるということは、矛盾することではない。第 1 章の実験が示すように、第三段階での原学習の再学習では保持がみられ、逆転学習では負の転移がみられたことは、機能転換にも関わらず、弁別刺激の機能は損なわれなかったことを示唆する。

次に第 2 章の条件性弁別での構造についてはどうであろうか。並列連鎖スケジュールを用いた選択事態での実験では、条件性弁別は継時提示の非重複型であった。これも古典的条件づけとオペラント条件づけという手続き的相違、および条件性弁別刺激と弁別の機会設定子との規定性の強さの差はあるが、正の特徴学習でのデータと照らし合わせて考えてみると (Holland, 1983, 1986, 1989)、次のような推論ができる。一つは継時的に刺激が提示される「知覚的」要因によって、色刺激が線分刺激と反応—強化の関係を統制する。もう一つは、時間的に無条件刺激もしくは反応—強化と接近した刺激がそれらとの直接の関連性を持ち、時間的に離れている刺激がこれ

らを統制する条件性弁別刺激として機能する。したがって継時的非重複型の条件性弁別では時間的に先行する刺激が条件性弁別刺激となり、後続の刺激は反応—強化との直接の関連性を持つ。観察反応による実験の場合には、訓練段階では重複型の条件性弁別であった。したがって色刺激と線分刺激のどちらが条件性弁別刺激でどちらが反応—強化との直接の関連性を持つのかは明確でない。しかし観察反応による実験の手続きの所で述べたように、この実験の被験体はすべて同じ刺激を用いた継時的非重複型の条件性弁別の実験歴があった。このことから観察反応の実験、特にそのテスト時には線分刺激が反応—強化と直接の関連性を持ち、色刺激が条件性弁別刺激としてその関連性を統制していたと考えられる。

3-4 まとめ

以上の議論から導かれるように、第 1 章の実験では同じ刺激において弁別刺激と弁別の機会設定子との間の機能的転換と機能保持が示唆され、第 2 章の実験では条件性弁別刺激が条件性強化として機能し、生体は積極的にそれにもとづく高次な情報を求めることが示された。これらのことは条件刺激—無条件刺激または弁別刺激—反応—強化という直接の関連性では生体の学習行動を説明するには不十分で、より高次の構造と機能が必要であると思われる。そして本論によって示されたことから、従来の古典的条件づけとオペラント条件づけという二過程説に対して、以下のような指摘をすることができる。まず隠蔽や阻止といった機能的競合に対してはその構造とその構造における機能とを明確にする必要がある。つまりどの様な機能において競合が生じているのかを明らかにする必然性がある。本論の実験についていえば、弁別の機会設定子ないしは条件性弁別刺激といった高次な情報をもたらすのレベルで競合が生じているのか、条件刺激—無条件刺激または弁別刺激—反応—強化と

いった直接の情報をもたらすレベルでの競合が生じているのかを明確にする必要性を示す。次に、物理的に同じ刺激が異なる構造で違ったレベルの機能を担いうるという動的な機能転換が生じること、および、機能転換が生じてても元の機能は保全されうることが指摘されよう。さらに条件性強化に関しては、強化との直接の関係から生じる遅延減少や強化頻度の増加のみならず、刺激－強化を含むものの高次な関係についての情報も条件性強化をもたらしうることから、どのような構造でのどのような機能が条件性強化をもたらすのかを明らかにする必要がある。

References

- Baum, W. M. 1974 On two types of deviation from the matching law: Bias and undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22, 231-242.
- Berlyne, D. E. 1957 Uncertainty and conflict: A point of contact between information theory and behavior concepts. *Psychological Review*, 64, 329-333.
- Berlyne, D. E. 1960 *Conflict, arousal, and curiosity*. New York: McGraw-Hill.
- Blanchard, R. 1975 The effect of S- on observing behavior. *Learning and Motivation*, 6, 1-10.
- Bloomfield, T. M. 1972 Reinforcement schedules: Contingency or contiguity. In R. M. Gilbert & J. R. Millenson (Eds.), *Reinforcement: Behavioral analysis*. New York: Academic Press. Pp.165-208.
- Bresnahan, E. L. 1970 Effects of extradimensional pseudodiscrimination training upon stimulus control. *Journal of Experimental Psychology*, 85, 155-156.
- Browne, M. P., & Dinsmoor, J. A. 1974 Wyckoff's observing response: Pigeons learn to observe stimuli for free food but not stimuli for extinction. *Learning and Motivation*, 5, 165-173.
- Davison, M. C., & Hunter, I. W. 1979 Concurrent schedules: Undermatching and control by previous experimental conditions. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 32, 233-244.
- de Villiers, P. 1977 Choice in concurrent schedules and a quantitative formulation of the law of effect. In W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. Pp.233-287.
- Dinsmoor, J. A. 1983 Observing and conditioned reinforcement. *Behavioral and Brain Sciences*, 6, 693-728. (Includes commentary).

- Dinsmoor, J. A., Browne, M.P., & Lawrence, C. E. 1972 A test of the negative stimulus as a reinforcer of observing. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 18, 79-85.
- Dinsmoor, J. A., Browne, M. P., Lawrence, C. E., & Wasserman, E. A. 1971 A new analysis of Wyckoff's observing response. *Proceedings of the 79th Annual Convention of the American Psychological Association*, 6, 679-680. (Summary)
- Dinsmoor, J. A., Flint, G. A., Smith, R. F., & Viemeister, N. F. 1969 Differential reinforcing effects of stimuli associated with the presence or absence of a schedule of punishment. In D. P. Hendry (Ed.), *Conditioned reinforcement*. Homewood, IL: Dorsey Press. Pp.357-384.
- Duncan, B., & Fantino, E. 1972 The psychological distance to reward. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 18, 23-34.
- Eck, K. O., Noel, R. C., & Thomas, D. R. 1969 Discrimination learning as a function of prior discrimination and nondifferential training. *Journal of Experimental Psychology*, 82, 156-162.
- Eck, K. O., & Thomas, D. R. 1970 Discrimination learning as a function of prior discrimination and nondifferential training: a replication. *Journal of Experimental Psychology*, 83, 511-513.
- Egger, M. D., & Miller, N. E. 1962 Secondary reinforcement in rats as a function of information values and reliability of the stimulus. *Journal of Experimental Psychology*, 64, 97-104.
- Fantino, E. 1977 Conditioned reinforcement: Choice and information. In W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. Pp.313-339.
- Fantino, E. 1983 On the cause of preference for unsegmented over segmented reinforcement schedules. *Behavior Analysis Letters*, 3, 27-33.
- Fantino, E. 1984 Personal communication (March 21).

- Fantino, E., & Logan, C. A. 1979 *The experimental analysis of behavior: A biological perspective*. San Francisco, CA: W. H. Freeman.
- Farthing, G. W. 1972 Overshadowing in the discrimination of successive compound stimuli. *Psychonomic Science*, 28, 29-32.
- Gray, V. A., & Mackintosh, N. J. 1973 Control by an irrelevant stimulus in discrete-trial discrimination learning by pigeons. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1, 193-195.
- Hendry, D. P. 1969 *Conditioned reinforcement*. Homewood, IL: Dorsey Press.
- Holland, P. C. 1983 Occasion-setting in Pavlovian feature positive discriminations. In M. L. Commons, R. J. Herrnstein, & A. R. Wagner (Eds.), *Quantitative analysis of behavior*. Vol. 4. *Discrimination processes*. New York: Ballinger. Pp.183-206.
- Holland, P. C. 1986 Temporal determinants of occasion setting in feature positive discriminations. *Animal Learning & Behavior*, 14, 111-120.
- Holland, P. C. 1989 Occasion setting with simultaneous compounds in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15, 183-193.
- Holman, J. G., & Mackintosh, N. J. 1981 The control of appetitive instrumental responding does not depend on classical conditioning to the discriminative stimulus. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33B, 21-31.
- Honig, W. H. 1978 Studies of working memory in the pigeon. In S. H. Hulse, H. Fowler, & W. K. Honig (Eds.), *Cognitive processes in animal behavior*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. Pp.211-248.
- Honig, W. K., & Wasserman, E. A. 1981 Performance of pigeons on delayed simple and conditional discriminations under equivalent training procedure. *Learning and Motivation*, 3, 149-170.

- Jenkins, H. M., & Boakes, R. A. 1973 Observing stimulus sources that signal food or no food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 20, 197-207.
- Kehoe, E. J., & Gormezano, I. 1980 Configuration and combination law in conditioning with compound stimuli. *Psychological Bulletin*, 87, 351-378.
- Kelleher, R. T. 1966 Chaining and conditioned reinforcement. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. Pp.160-212.
- Keller, J. V., & Gollub, L. R. 1977 Duration and rate of reinforcement as determinants of concurrent responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 28, 145-153.
- Kendall, S. B. 1973 Redundant information in an observing response procedure. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 19, 81-92.
- Killeen, P. R. 1982 Incentive theory: II. Models for choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 38, 217-232.
- Kish, G. B. 1966 Studies of sensory reinforcement. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. Pp.109-159.
- Leung, J., & Winton, A. S. 1986 Preference for less segmented fixed-time components in concurrent-chain schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46, 175-183.
- Lieberman, D. A. 1972 Observing behavior in mixed schedules by monkey (*Macaca mulatta*). *Learning and Motivation*, 3, 341-358.
- Mackintosh, N. J. 1975 Theory of attention. *Psychological Review*, 73, 276-298.
- Mackintosh, N. J. 1977 Stimulus control: Attentional factors. In W. K. Honig, & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. Pp.481-513.

- Mackintosh, N. J., & Honig, W. K. 1970 Blocking and attentional enhancement in pigeons. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 73, 78-85.
- Morse, W. H., & Skinner, B. F. 1957 A second type of superstition in the pigeon. *The American Journal of Psychology*, 70, 308-311.
- Mueller, K. L., & Dinsmoor, J. A. 1984 Testing the reinforcing properties of S-: A replication of Lieberman's procedure. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 41, 17-25.
- Mueller, K. L., & Dinsmoor, J. A. 1986 The effect of negative stimulus presentation on observing responses. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46, 281-291.
- Mulvaney, D. E., Dinsmoor, J. A., Jwaideh, A. R., & Hughes, L. H. 1974 Punishment of observing by the negative discriminative stimulus. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21, 37-44.
- Ohta, A. 1987 Observing responses maintained by conditional discriminative stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 48, 355-366.
- Ohta, A. 1988 Conditioned reinforcement by conditional discriminative stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 49, 239-247.
- Ohta, A. 1991 Retention of the original discrimination despite an interpolated incidental operation in rats. *Japanese Psychological Research*, 33, 1-10.
- Preston, G. C. 1985 Observing response in rats: Support for secondary reinforcement hypothesis. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37B, 23-31.
- Reinhold, D. B., & Perkins, C. C., Jr. 1955 Stimulus generalization following different methods of training. *Journal of Experimental Psychology*, 49, 423-427.
- Rescorla, R. A. 1985 Conditioned inhibition and facilitation. In R. R. Miller, & N. E. Spear (Eds.), *Information processing in animals: Conditioned inhibition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. Pp.299-326.

- Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. 1972 A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In A. H. Black, & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II: Current theory and research*. New York: Appleton-Century-Crofts. Pp.64-99.
- Ross, R. T. 1983 Relationships between the determinants of performance in serial feature positive discriminations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 349-373.
- Schaub, R. E. 1969 Response-cue contingency and cue effectiveness. In D. P. Hendry (Ed.), *Conditioned reinforcement*. Homewood, IL: Dorsey Press. Pp.342-256.
- Schneider, J. W. 1972 Choice between two-component chained and tandem schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 18, 45-60.
- Schrier, A. M., Thompson, C. R., & Spector, N. R. 1980 Observing behavior in monkeys (*Macaca arctoides*): Support for the information hypothesis. *Learning and Motivation*, 11, 355-365.
- Sidman, M. 1986 Functional analysis of emergent verbal class. In T. Thompson, & M. D. Zeiler (Eds.), *Analysis and integration of behavioral units*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. Pp.213-245.
- Terrace, H. S. 1971 Escape from S-. *Learning and Motivation*, 2, 148-163.
- Thomas, D. R., Burr, D. E. S., & Eck, K. O. 1970 Stimulus selection in animal discrimination learning: An alternative interpretation. *Journal of Experimental Psychology*, 86, 53-62.
- Thomas, D. R., Freeman, F., Svinicki, J. G., Burr, E. D. S., & Lyons, J. 1970 Effects of extradimensional training on stimulus generalization. *Journal of Experimental Psychology Monograph*, 83 (1, Part 2).
- Turner, C., & Mackintosh, N. J. 1972 Stimulus selection and irrelevant stimuli in the discrimination learning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 78, 1-9.

- Wagner, A. R. 1969 Incidental stimuli and discrimination learning. In R. M. Gilbert, & N. S. Sutherland (Eds.), *Animal discrimination learning*. London: Academic Press.
- Wagner, A. R., Logan, F. A., Haberlandt, K., & Price, T. 1968 Stimulus selection in animal discrimination learning. *Journal of Experimental Psychology*, 76, 171-180.
- Wallace, R. E. 1973 *Conditioned reinforcement and choice*. Unpublished doctoral dissertation, University of California, San Diego.
- Ward, E. F. 1971 Acquisition and extinction of the observing response as a function of stimulus predictive validity. *Psychonomic Science*, 24, 139-141.
- Wilton, R. N., & Clements, R. O. 1971 Observing responses and informative stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 15, 199-204.
- Wyckoff, L. B., Jr. 1959 Toward a quantitative theory of secondary reinforcement. *Psychological Review*, 66, 68-78.
- Wyckoff, L. B., Jr. 1969 The role of observing responses in discrimination learning. In D. P. Hendry (Ed.), *Conditioned reinforcement*. Homewood, IL: Dorsey Press. Pp.237-260.